

Elok S., Wahono W., Wasis, Dwi S.

Mari Belajar IPA

Ilmu Pengetahuan Alam
untuk SMP/MTs Kelas IX

Elok Sudiby
Wahono Widodo
Wasis
Dwi Suhartanti



Mari Belajar IPA
Ilmu Pengetahuan Alam

3

untuk SMP/MTs Kelas IX



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

3



Mari Belajar

IPA

Ilmu Pengetahuan Alam
untuk **SMP/MTs** Kelas IX

Elok Sudibyo
Wahono Widodo
Wasis
Dwi Suhartanti



Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional



Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional dari Penerbit
Karya Mandiri Nusantara, PT

Mari Belajar IPA 3

Untuk SMP/MTs Kelas IX

Penulis : Elok Sudibyo
Wahono Widodo
Wasis
Dwi Suhartanti
Editor : Eko Supatmawati
Perancang Kulit : Gatut P
Layouter : Wiwik
Ilustrator : Tri Edie
Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

500.7

M

SUD SUDIBYO, Elok

Mari Belajar IPA 3 : Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP/MTs kelas IX/
Elok Sudibyo... (at. all), \ ; editor : Eko Supatmawati.

—Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

vii, 278 hlm.: ilus.; 25 cm.

Bibliografi : hlm.273-274

Indeks. Hlm.276-277

ISBN 979-462-980-4

1. Saint-Studi dan Pengajaran I. Judul

II. Kaniawati, Ida III. Fauziah, Yuli Nurul, IV. Sopandi Wahyu

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 34 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 tersebut, 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, Juli 2008
Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Atas rahmat Tuhan Yang Maha Pengasih, kami dapat menyelesaikan penulisan buku Mari Belajar IPA 3. Buku merupakan salah satu dari 3 jilid buku Mari Belajar IPA, yaitu Jilid 1 untuk SMP/MTs Kelas VII, Jilid 2 untuk SMP/MTs Kelas VIII, dan Jilid 3 untuk SMP/MTs Kelas IX.

Buku ini dapat kamu gunakan sebagai wahana untuk mencapai kompetensimu yang meliputi kompetensi pada penguasaan materi pokok sebagai pengetahuan dasar, peningkatan keterampilan, penumbuhan sikap ilmiah, dan peningkatan berpikir. Peningkatan keterampilan, penumbuhan sikap ilmiah, dan peningkatan berpikir dapat kamu peroleh dengan mengerjakan **Kegiatan, Lab Saku, Latihan, Bina keterampilan, dan Evaluasi.**

Selain itu, buku juga diharapkan membantumu dalam pembelajaran IPA. Buku ini dilengkapi soal-soal dengan berbagai variasi, sehingga kamu tidak bosan dan termotivasi untuk mencoba mengerjakannya. Semoga buku ini bermanfaat bagimu khususnya, untuk meningkatkan mutu pendidikan di negara yang kita cintai ini. Tidak lupa kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang membantu terselesaikannya buku ini. Kritik dan saran demi perbaikan buku ini sangat kami harapkan. Semoga keberhasilan berpihak pada kita semua.

Penyusun

Petunjuk Penggunaan

Cara penggunaan buku dibuat untuk mempermudah siswa mempelajari dan guru menyampaikan materi pembelajaran, sehingga proses belajar mengajar berjalan lancar. Berikut ini adalah petunjuk yang dapat mempermudah dalam menggunakan buku ini.

1. Judul Bab

Judul bab menggambarkan apa-apa yang akan kamu pelajari.

2. Peta Konsep

Peta konsep dibuat bagan dan berisi kaitan antar konsep yang akan dipelajari dalam bab tersebut.

3. Kata-kata Penting

Kata-kata inti yang akan dibahas di setiap bab.

4. Soal Prasyarat

Berupa soal yang dapat memotivasi siswa untuk belajar.

5. Penjelasan Uraian

Berisi uraian yang bertujuan memberikan penjelasan materi bab tersebut.

6. Kegiatan

Siswa dapat melatih keterampilan bekerja dan meningkatkan rasa tanggung jawab.

7. Gambar

Buku ini didukung gambar yang menarik sesuai dengan uraian materi dan bertujuan membangkitkan semangat belajar.

8. Latihan

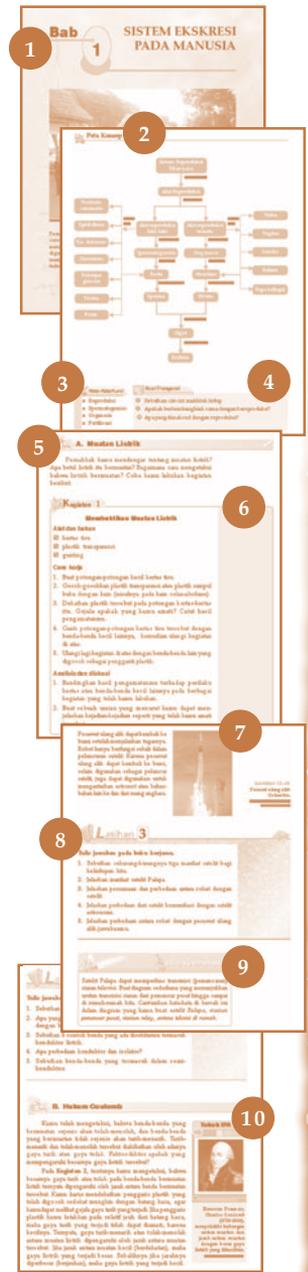
Siswa dapat meningkatkan penalaran berpikir dan berkomunikasi melalui soal-soal yang disajikan.

9. Bina Keterampilan

Siswa dapat meningkatkan kompetensinya melalui tugas dan soal yang ada.

10. Tokoh IPA

Berisi informasi ilmuwan IPA, apakah itu dalam bidang biologi, fisika, ataupun kimia.



11. Lab Saku

Bagian dari pengembangan diri yang dapat kamu lakukan secara mandiri atau berkelompok.

12. Contoh

Bagian dari materi yang bertujuan memberikan penjelasan materi bab tersebut dan dapat digunakan sebagai acuan dalam mengerjakan soal perhitungan.

13. Rangkuman

Berisi ringkasan materi dari bab tersebut sehingga siswa mudah untuk memahaminya.

14. Evaluasi

Berisi soal-soal yang bervariasi dan memuat beberapa kompetensi dasar sesuai dengan materi bab.

15. Refleksi

Siswa dapat mengukur pemahaman materi dalam bab tersebut.

16. Glosarium

Diberikan agar siswa yang mengalami kesulitan dalam menghafal pengertian dari istilah-istilah yang sulit dihafal dapat mudah mengetahuinya.

17. Daftar Pustaka

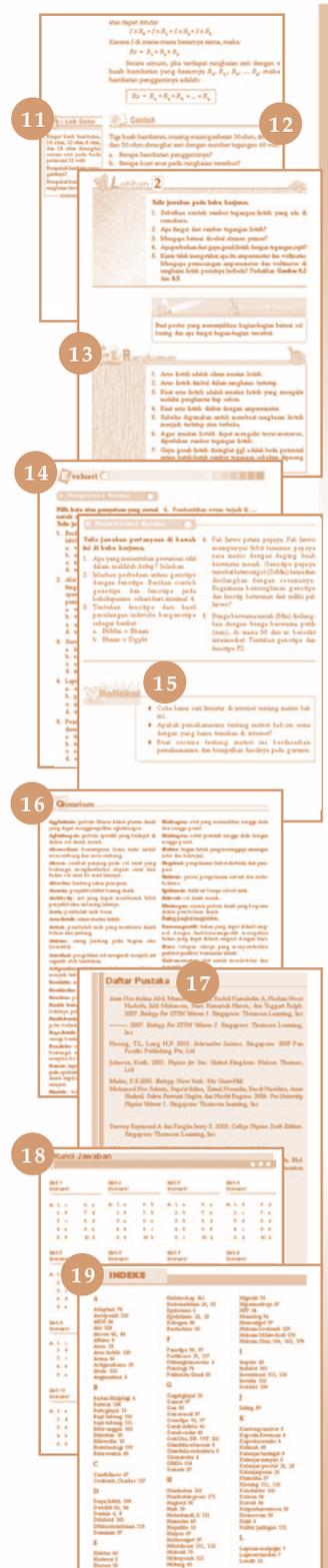
Berisi informasi literatur yang digunakan dalam penyusunan buku ini.

18. Kunci Jawaban

Diberikan supaya siswa dapat mencocokkan jawaban soal yang sudah dicarinya.

19. Indeks

Berisi informasi yang dapat mempermudah siswa untuk mencari objek yang akan dipelajarinya.



Daftar Isi

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| KATA SAMBUTAN | iii | BAB 7 LISTRIK STATIS | 131 |
| KATA PENGANTAR | iv | A. Muatan Listrik | 133 |
| PETUNJUK PENGGUNAAN | v | B. Elektroskop | 139 |
| DAFTAR ISI | vii | C. Hukum Coulumb | 141 |
| BAB 1 SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA | 1 | D. Medan Listrik | 143 |
| A. Alat Ekskresi pada Manusia | 3 | EVALUASI | 147 |
| B. Gangguan pada Sistem Ekskresi | 13 | BAB 8 ELEMEN DAN ARUS LISTRIK | 149 |
| EVALUASI | 21 | A. Arus Listrik | 151 |
| BAB 2 SISTEM REPRODUKSI MANUSIA | 23 | B. Beda Potensial | 154 |
| A. Reproduksi Manusia | 25 | EVALUASI | 161 |
| B. Fertilisasi dan Perkembangan Embrio | 31 | BAB 9 RANGKAIAN LISTRIK | 163 |
| C. Siklus Menstruasi | 33 | A. Hambatan dan Hukum Ohm | 165 |
| D. Mengenal Penyakit AIDS | 36 | B. Rangkaian Listrik | 174 |
| EVALUASI | 41 | EVALUASI | 187 |
| BAB 3 SISTEM SARAF DAN INDERA MANUSIA | 43 | BAB 10 DAYA DAN ENERGI LISTRIK | 189 |
| A. Sistem Saraf pada Manusia | 45 | A. Daya Listrik | 191 |
| B. Sistem Indera pada Manusia | 55 | B. Energi Listrik dan Perubahannya | 193 |
| EVALUASI | 71 | EVALUASI | 199 |
| BAB 4 KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP | 73 | BAB 11 KEMAGNETAN | 201 |
| A. Pengertian Kelangsungan Hidup | 75 | A. Sifat-sifat Magnet | 203 |
| B. Adaptasi | 75 | B. Bumi sebagai Magnet | 211 |
| C. Seleksi Alam | 80 | EVALUASI | 215 |
| D. Perkembangbiakan | 83 | BAB 12 ELEKTROMAGNETIK | 217 |
| E. Cara Perkembangbiakan Makhluk Hidup | 85 | A. Kemagnetanagnet dari Kelistrikan | 219 |
| EVALUASI | 91 | B. Kelistrikan dari Kemagnetan | 227 |
| BAB 5 PEWARISAN SIFAT | 93 | EVALUASI | 239 |
| A. Materi Genetis | 95 | BAB 13 TATA SURYA | 241 |
| B. Persilangan Monohybrid dan Dihybrid | 99 | A. Galaksi dan Rasi | 243 |
| C. Keuntungan Mengembangkan Bibit Unggul | 104 | B. Tata Surya | 244 |
| EVALUASI | 109 | C. Benda Langit Lain | 250 |
| BAB 6 TEKNOLOGI REPRODUKSI DAN BIOTEKNOLOGI | 111 | D. Gerakan Bumi dan Bulan | 252 |
| A. Rekayasa Reproduksi | 113 | E. Penerbangan Angkasa Luar | 259 |
| B. Dampak Rekayasa Reproduksi | 119 | F. Proses-proses di Permukaan Bumi | 262 |
| C. Bioteknologi | 120 | EVALUASI | 269 |
| D. Produk-produk Bioteknologi | 121 | GLOSARIUM | 271 |
| EVALUASI | 129 | DAFTAR PUSTAKA | 273 |
| | | KUNCI JAWABAN | 275 |
| | | INDEKS | 276 |

Bab

1

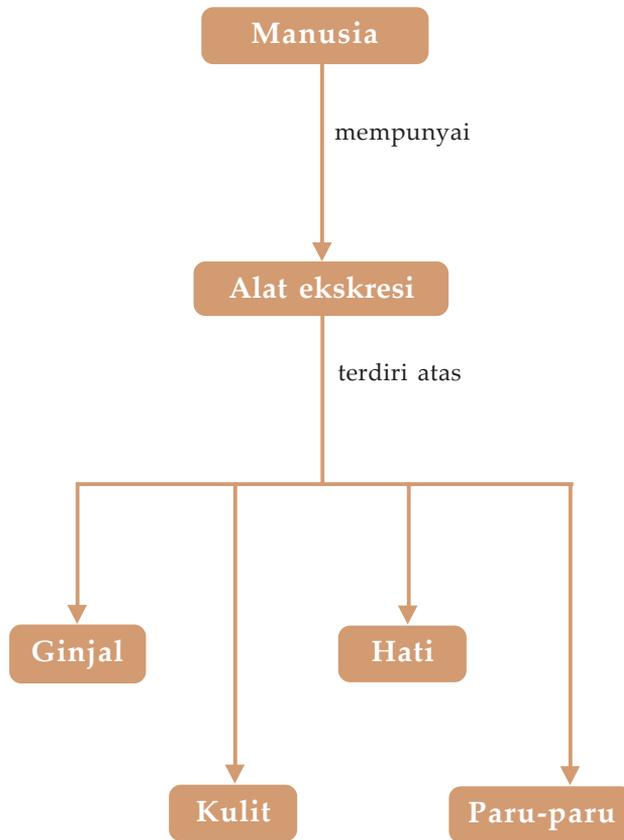
SISTEM EKSKRESI PADA MANUSIA



(Sumber: Dok. Penerbit)

Pernahkah kamu berolahraga? Apakah kamu berkeringat setelah berolahraga? Keringat yang dikeluarkan kulit merupakan zat sisa dari metabolisme tubuh yang sudah tidak digunakan lagi. Kamu setelah belajar bab ini diharapkan mampu *menggambarkan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.*





Kata-Kata Kunci

- Korteks renalis
- Pelvis renalis
- Badan Malphigi
- Glomerulus
- Kapsula Bowman

Soal Prasyarat

- ☺ Apa yang dimaksud dengan ekskresi?
- ☺ Bagaimana hubungan sistem ekskresi dengan kesehatan tubuhmu?



A. Alat Ekskresi pada Manusia



Masih ingatkah kamu ciri-ciri dari makhluk hidup? Salah satu ciri dari makhluk hidup adalah memerlukan makanan. Zat-zat makanan dalam tubuh makhluk hidup diubah menjadi energi. Pada saat kamu duduk di kelas VIII, kamu telah belajar tentang sistem pencernaan. Proses pencernaan dalam tubuh makhluk hidup menghasilkan sari makanan. Sari makanan ini dibakar dalam sel menghasilkan energi. Tahukah kamu saat mengubah zat makanan menjadi energi, sel menghasilkan limbah? Limbah yang dihasilkan berupa zat-zat sisa metabolisme. Zat ini tidak dimanfaatkan lagi oleh tubuh. Oleh karena itu, zat ini harus dibuang agar tidak meracuni tubuh. Proses pembuangan zat-zat sisa metabolisme disebut proses pengeluaran atau *ekskresi*.



Gambar 1.1

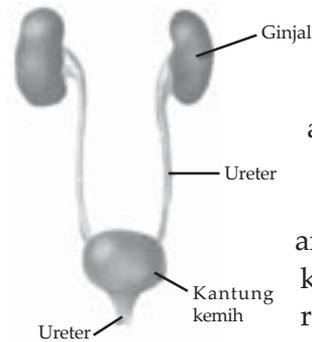
Salah satu ciri makhluk hidup adalah makan.

(Sumber: *keluargabroto.com*)

Pada tubuh manusia terdapat organ-organ yang mempunyai fungsi satu sama lainnya berbeda. Tahukah kamu organ yang termasuk dalam sistem ekskresi? Zat diekskresikan keluar tubuh oleh organ ekskresi, yaitu ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.



1. Ginjal



Gambar 1.2

Sistem ekskresi pada ginjal manusia.

(Sumber: *Understanding Biology*. Raven, PH and Johnson, GB)

Pernahkah kamu melihat ginjal? Apa yang kamu ketahui tentang ginjal? Ginjal merupakan alat penyaring darah yang bentuknya seperti kacang. Ginjal pada manusia terdiri atas 2 buah. Panjang ginjal antara 10 sampai 15 cm, beratnya lebih kurang 200 gram, terletak di dalam rongga perut bagian belakang agak ke atas dan di dekat tulang belakang. Kedudukan ginjal sebelah kiri lebih tinggi dari ginjal sebelah kanan. Tepat di atas ginjal kanan terdapat hati yang banyak menempati ruang.

Ginjal menyaring darah sebanyak 1.500 liter per hari, sehingga ada beberapa zat yang harus dibuang melalui alat pengeluaran. Tahukah kamu zat-zat apa saja yang dibuang melalui ginjal? Urea, amonia, dan air dibuang melalui ginjal berupa urine. Urine yang dihasilkan dalam waktu satu hari lebih kurang 1,5 liter. Apa yang kamu ketahui tentang urea, amonia, dan air? Kamu dapat menjelaskannya setelah mempelajari pembahasan berikut.

a. Urea

Urea dibentuk oleh hati dari protein yang tidak diperlukan darah. Urea terdiri atas zat nitrogen yang beracun bagi darah sehingga harus dibuang. Proses pembuangan ini disebut dengan ekskresi.

b. Amonia

Amonia merupakan hasil dari perombakan protein. Senyawa ini berbahaya bagi tubuh sehingga harus dikeluarkan secara teratur melalui proses ekskresi.

c. Air

Air sangat penting dalam proses metabolisme tubuh, tapi jika jumlah air terlalu berlebih akan membuat konsentrasi darah menjadi tidak konstan. Untuk itu, kelebihan air harus dibuang supaya keseimbangan konsentrasi darah terjaga. Proses ini disebut dengan osmoregulasi.

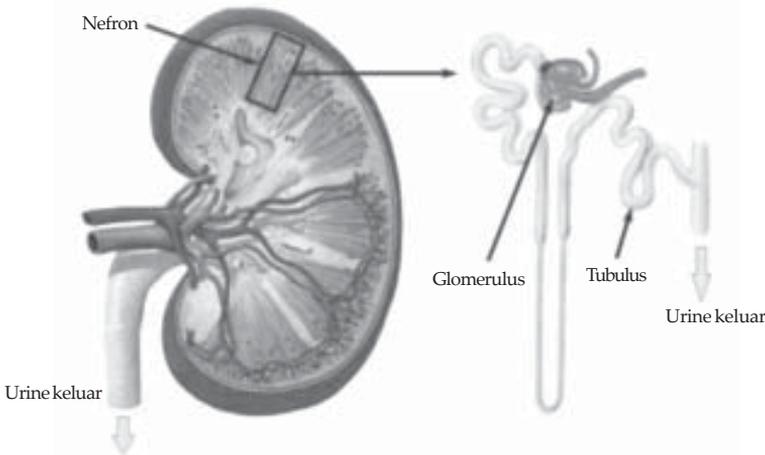
Ginjal terbungkus oleh selaput tipis yang disebut *kapsula renalis* yang terdiri atas jaringan fibrus. Ginjal terbagi menjadi

tiga bagian. Bagian luar ginjal adalah kulit ginjal atau korteks renalis, bagian kedua adalah sumsum ginjal atau medulla, dan bagian ketiga adalah berupa rongga ginjal atau renalis.

Kamu dapat memahami bagian-bagian ginjal dengan mempelajari uraian berikut.

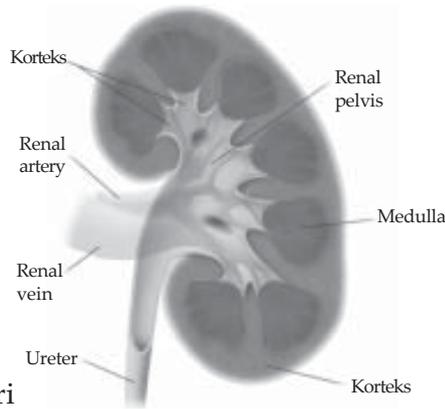
❑ Kulit ginjal

Kulit ginjal disebut korteks renalis. Korteks renalis tersusun dari sel-sel ginjal atau nefron yang berjumlah lebih kurang satu juta sel. Di dalam kulit ginjal terdapat badan Malphigi yang terdiri atas glomerulus dan kapsula Bowman. Tahukah kamu yang dimaksud dengan glomerulus dan kapsula Bowman? *Glomerulus* adalah kumpulan cabang-cabang yang halus atau anyaman pembuluh darah kapiler di bagian korteks, sedangkan kapsula Bowman adalah lapisan yang melingkupi glomerulus, bentuknya seperti cawan dan berdinding ganda. Di korteks terjadi proses penyaringan darah.



❑ Sumsum ginjal

Sumsum ginjal disebut Medulla. Medulla berbentuk kerucut atau *renal pyramid*. Medulla merupakan tempat berkumpulnya pembuluh darah kapiler dari kapsula Bowman.



Gambar 1.3

Penampang ginjal manusia.

(Sumber: www.childrenshospital.org)

Lab Saku

Memahami Proses Terbentuknya Urine

1. Coba kamu cari literatur yang memuat tentang proses terbentuknya urine.
2. Temukan gambar proses terbentuknya urine manusia.
3. Salin gambar tersebut pada buku kerjamu. Jangan lupa beri keterangan pada gambar tersebut.
4. Jelaskan alur terbentuknya urine berdasarkan pemahamanmu.
5. Laporkan pada gurumu, apakah pemahamanmu sudah benar?

Gambar 1.4

Glomerulus

(Sumber: www.unckidneycenter)

Di dalam medulla akan terjadi proses reabsorpsi dan augmentasi oleh tubulus proksimal dan tubulus distal. Lengkung henle juga merupakan bagian dari yang menghubungkan tubulus proksimal dengan tubulus distal.

Tahukah kamu proses terbentuknya urine? Pembentukan urine terjadi di ginjal. Proses pembentukan urine adalah sebagai berikut.

- 1) Darah yang membawa sisa-sisa metabolisme protein akan masuk ke ginjal melalui pembuluh darah menuju ke glomerulus.
- 2) Di dalam glomerulus terjadi peristiwa penyaringan terhadap zat-zat yang terlarut dalam darah. Zat-zat yang dapat melewati saringan glomerulus adalah zat-zat yang bermolekul kecil, seperti air, garam, amonia, urea, dan gula, maka zat-zat tersebut disebut dengan filtranglomerulus.
- 3) Filtranglomerulus masuk ke kapsula Bowman dan ditampung. Kemudian filtranglomerulus tersebut akan diteruskan ke tubulus proksimal.
- 4) Di dalam tubulus proksimal akan terjadi penyerapan kembali terhadap zat-zat yang masih diperlukan, yaitu air, garam, dan gula. Sedangkan zat-zat lainnya yang tidak diserap atau tidak dapat diserap akan menjadi urine primer.
- 5) Urine primer masuk ke dalam tubulus distal dan akan terjadi augmentasi. Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan augmentasi? *Augmentasi* adalah penambahan zat-zat yang tidak diperlukan ke dalam urine primer sehingga menjadi urine sekunder. Urine sekunder adalah urine sesungguhnya.
- 6) Urine sekunder ditampung di tubulus kolekta, kemudian diteruskan ke uriter dan ditampung kembali di kantung kemih sebelum dikeluarkan dari tubuh melalui uretra.

Pernahkah kamu berpikir bahwa urine yang kamu keluarkan tiap hari mengandung zat-zat sisa metabolisme? Zat-zat apakah yang terkandung dalam urine? Urine orang sehat dan sakit mempunyai kandungan yang berbeda. Pada orang sehat kandungan urine adalah sebagai berikut.

- Air 95%.
- Urea, amonia, dan asam ureat yang merupakan hasil metabolisme protein.

- ❑ Garam-garam mineral, terutama garam dapur (NaCl).
- ❑ Zat warna empedu (bilirubin dan biliverdin) yang menyebabkan urine berwarna kuning.
- ❑ Zat-zat yang berlebihan dalam darah, seperti hormon dan vitamin.

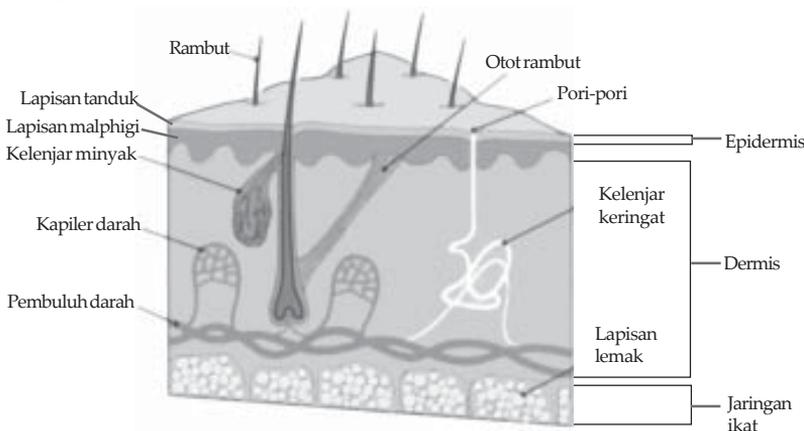
Pada orang sakit, urine bisa digunakan sebagai indikator terjadinya gangguan di dalam tubuh. Karena setiap zat yang tidak digunakan oleh sel dibuang melalui urine. Jika dalam urine terdapat zat-zat yang masih berguna, ini berarti adanya kerusakan pada glomerulus atau tubulus. Kerusakan tersebut juga bisa menyebabkan zat-zat racun akan kembali masuk ke dalam tubuh.

2. Kulit

Kamu pasti tidak asing dengan kulit tubuhmu. Apa yang kamu ketahui tentang kulit tubuh? *Kulit* adalah lapisan jaringan yang terdapat di permukaan tubuh. Pada permukaan kulit terdapat kelenjar keringat yang mengekskresi zat-zat sisa. Zat-zat sisa yang dikeluarkan melalui pori-pori kulit berupa keringat. Keringat tersusun dari air dan garam-garam mineral terutama garam dapur (NaCl) yang merupakan hasil metabolisme protein.

a. Bagian-bagian kulit

Kulit manusia terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kulit ari (epidermis), kulit jangat (dermis), dan jaringan ikat bawah kulit. Masing-masing lapisan tersusun dari beberapa lapisan yang mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.5

Sistem ekskresi pada jaringan kulit manusia.

(Sumber: *Biology for You, Revised National Curriculum Edition*)

1) Kulit Ari

Kulit ari adalah kulit yang paling luar dan sangat tipis sekali. Kulit ari terdiri atas dua lapis, yaitu lapisan tanduk dan lapisan malpighi.

❖ Lapisan tanduk

Lapisan tanduk yaitu lapisan kulit ari yang paling luar dan merupakan lapisan mati sehingga mudah mengelupas, tidak memiliki inti, dan mengandung zat keratin. Lapisan ini akan selalu baru, jika mengelupas tidak akan terasa sakit atau mengeluarkan darah karena tidak terdapat pembuluh darah dan saraf.

❖ Lapisan malpighi

Lapisan malpighi merupakan kulit ari yang berada di bawah lapisan kulit tanduk. Lapisan ini tersusun dari sel-sel hidup yang selalu membelah diri. Pada lapisan ini terdapat pembuluh kapiler yang berperan untuk penyampaian nutrisi. Sel-sel yang hidup tersebut mengandung melanin. Apakah yang dimaksud dengan melanin? Melanin adalah pigmen sel yang mewarnai kulit dan melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh sinar matahari. Produksi melanin akan meningkat jika terlalu banyak mendapatkan sinar matahari sehingga warna kulit akan menjadi lebih gelap. Pigmen lainnya adalah keratin. Jika pigmen keratin dan melanin bergabung, maka warna kulit menjadi kekuningan. Bila lapisan malpighinya tidak mengandung pigmen, maka orang tersebut dinamakan albino. Setiap orang memiliki pigmen yang berbeda-beda sehingga ditemukan bermacam-macam warna kulit seperti warna putih, sawo matang, kuning langsung, dan hitam.

Di permukaan kulit ari terdapat pori-pori yang merupakan muara kelenjar minyak dan ditumbuhi oleh rambut, kecuali kulit ari yang ada di telapak tangan dan kaki tidak ditumbuhi rambut. Kulit ari pada telapak tangan dan kaki terdiri atas empat lapis, yaitu:

- ❖ stratum korneum,
- ❖ stratum granulosum,
- ❖ stratum lusidum, dan
- ❖ stratum germinalis.



Lab Saku

Memahami Kulit sebagai Organ Ekskresi

1. Pergilah keluar kelas.
2. Kemudian lari-lari di tempat selama 30 menit di tempat yang teduh. Gunakan stopwatch untuk mengukur waktu-mu. Amati apa yang terjadi.
3. Kemudian lari-larilah kembali di bawah terik matahari selama 30 menit. Amati yang terjadi.

Diskusi

1. Apakah tubuhmu berkeringat ketika berlari di tempat teduh?
2. Apakah tubuhmu berkeringat ketika berlari di bawah terik matahari?
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.

2) Kulit jangat

Kulit jangat atau dermis merupakan lapisan kedua dari kulit. Batas dengan epidermis dilapisi oleh membran basalis. Dermis lebih tebal dari pada epidermis. Dermis mempunyai serabut elastik yang memungkinkan kulit merenggang pada saat orang bertambah gemuk, dan kulit bergelambir pada saat orang menjadi kurus.

Pada lapisan dalam dermis akan kamu temui:

- ❖ **Pembuluh kapiler**, berfungsi untuk menyampaikan nutrisi pada akar rambut dan sel kulit.
- ❖ **Kelenjar keringat** (glandula sudorifera), tersebar diseluruh kulit dan berfungsi untuk menghasilkan keringat.
- ❖ **Kelenjar minyak** (glandula sebaceae), berfungsi untuk menghasilkan minyak supaya kulit dan rambut tidak kering dan mengkerut.
- ❖ **Kantong rambut**, memiliki akar dan batang rambut serta kelenjar minyak rambut. Pada saat dingin dan rasa takut, rambut yang ada di tubuh kita terasa berdiri. Hal ini disebabkan karena didekat akar rambut terdapat otot polos yang berfungsi menegakkan rambut.
- ❖ Kumpulan saraf rasa nyeri, saraf rasa panas, saraf rasa dingin, dan saraf sentuhan.

3) Jaringan ikat bawah kulit

Jaringan ikat bawah kulit berada di bawah dermis. Jaringan ini tidak memiliki pembatas yang jelas dengan dermis, sebagai patokannya adalah mulainya terdapat sel lemak. Pada lapisan kulit ini banyak terdapat lemak. Apa fungsi dari lapisan lemak tersebut? Lapisan lemak berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap benturan, menahan panas tubuh, dan sebagai sumber energi cadangan.

b. Fungsi kulit

Kamu telah mengenal bagian-bagian dari kulit. Tahukah kamu apa fungsi dari kulit? Selain sebagai tempat pengeluaran, kulit juga berfungsi sebagai pengatur suhu tubuh,



tempat pembentukan vitamin D dari provitamin D, tempat menyimpan kelebihan lemak, sebagai pelindung, dan indera peraba.

1) Alat pengeluaran

Kulit sebagai alat pengeluaran zat sisa metabolisme berupa keringat yang mengandung air dan garam serta sisa bahan lainnya.

2) Pengatur suhu tubuh

Pada waktu tubuh dalam keadaan panas, pembuluh darah akan melebar dan mengeluarkan panas ke udara, dan air banyak dikeluarkan dalam bentuk keringat. Demikian suhu tubuh akan turun. Cara pelepasan panas dari kulit bisa juga terjadi dengan pengaliran panas dari benda yang disentuh, misalnya menyentuh pakaian.

Jika tubuh dalam keadaan dingin, pembuluh darah akan mengerut, dan kelenjar keringat tidak mengeluarkan keringat. Hal ini terjadi karena untuk mengurangi pengeluaran panas dari tubuh. Untuk mengimbangi keadaan ini, alat ekskresi yang berperan dalam keadaan dingin adalah ginjal, sehingga kita sering merasa ingin buang air kecil pada waktu dingin.

3) Tempat pembentukan vitamin D

Di dalam kulit terdapat provitamin D yang dapat diubah menjadi vitamin D dengan bantuan sinar ultraviolet matahari pada waktu pagi hari. Vitamin D sangat penting untuk pembentukan tulang.

4) Tempat penyimpanan

Kulit dan jaringan bagian bawah bekerja sebagai tempat penyimpanan air. Jaringan adipose di bawah kulit sebagai tempat penyimpanan lemak. Cadangan lemak dapat dibakar sehingga menghasilkan panas dan energi untuk mengatasi udara dingin. Untuk itulah, biasanya orang yang memiliki banyak lemak atau orang gemuk lebih tahan dengan udara dingin.

5) Pelindung

Kulit melindungi tubuh dari gangguan fisik berupa tekanan, dan gangguan yang bersifat kimia. Selain itu,

kulit juga melindungi tubuh dari gangguan yang bersifat biologis, seperti serangan bakteri dan jamur. Kulit juga menjaga tubuh supaya tidak kehilangan banyak air dan melindungi tubuh dari sinar ultraviolet.

6) Indera peraba

Pada lapisan dermis terdapat kumpulan saraf yang bisa menangkap rangsangan berupa suhu, nyeri, dan tekanan. Rangsangan tersebut akan disampaikan ke otak sebagai pusat informasi sehingga kita dapat mengetahui apa yang kita sentuh.

3. Hati

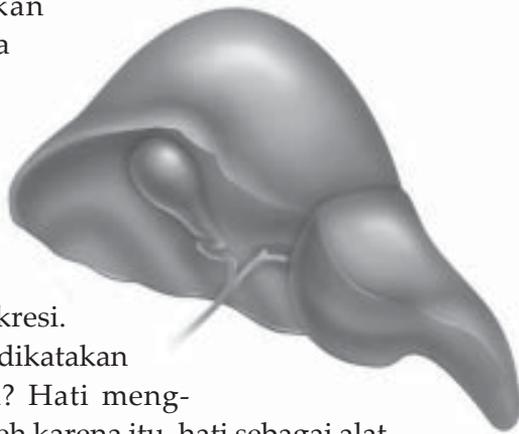
Hati merupakan kelenjar terbesar pada manusia, warnanya merah tua, dan beratnya sekitar 2 kg pada orang dewasa. Hati dapat dikatakan sebagai alat sekresi dan ekskresi.

Mengapa hati dapat dikatakan sebagai alat sekresi? Hati menghasilkan empedu. Oleh karena itu, hati sebagai alat sekresi. Hati dikatakan sebagai alat ekskresi karena empedu yang dikeluarkan mengandung zat sisa yang berasal dari sel darah merah yang rusak dan dihancurkan di dalam limpa.

Di dalam hati, sel-sel darah merah akan dipecah menjadi hemin dan globin. Hemin akan diubah menjadi zat warna empedu, yaitu bilirubin dan biliverdin. Zat warna empedu keluar bersama feses dan urine, dan akan memberi warna pada feses dan urine menjadi berwarna kuning.

Selain berfungsi sebagai alat pengeluaran, hati juga mempunyai fungsi lain yang berguna bagi tubuh antara lain:

- menyimpan gula dalam bentuk glikogen,
- menawarkan racun,
- membuat vitamin A yang berasal dari provitamin A,
- mengatur kadar gula dalam darah,



Gambar 1.6

Hati ada di sebelah kanan perut.

(Sumber: *Human Body*, John Farnodon)

- membuat fibrinogen serta protombin,
- menghasilkan zat warna empedu,
- tempat pembentukan urea.

4. Paru-paru

Paru-paru adalah organ yang bertindak sebagai alat pernapasan. Selain itu paru-paru juga bertindak sebagai alat ekskresi dengan mengeluarkan karbondioksida dan uap air. Kedua zat ini harus dikeluarkan supaya tidak mengganggu fungsi tubuh. Paru-paru terletak di dalam rongga dada dan bagian bawahnya menempel pada diafragma.

Kegiatan 1

Membuktikan Paru-paru sebagai Alat Ekskresi

Alat dan bahan

- tabung reaksi
- sedotan
- air kapur
- kaca

Cara kerja

1. Masukkan air kapur ke dalam tabung reaksi setinggi 2 cm, kemudian tiuplah dengan sedotan.
2. Bandingkan antara air kapur yang sudah ditiup dengan air kapur sebelum ditiup.
3. Hembuskan napasmu ke permukaan kaca, kemudian amati apa yang terjadi.

Analisis dan diskusi

1. Apa yang terjadi dengan air kapur yang ditiup dengan sedotan? Hal tersebut membuktikan apa? Jelaskan.
2. Perubahan apa yang terjadi pada permukaan kaca setelah kamu menghembuskan napas? Hal tersebut membuktikan apa? Jelaskan.
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan bagian-bagian ginjal dan jelaskan.
2. Mengapa di waktu dingin kamu sering mengeluarkan urine atau buang air kecil?
3. Coba kamu perhatikan anggota tubuhmu. Mengapa kulit ari pada telapak tangan dan kakimu tidak ditumbuhi rambut?
4. Bagaimana cara kulit menjaga suhu tubuhmu?
5. Sebutkan fungsi hati manusia.



B. Gangguan pada Sistem Ekskresi



1. Gangguan pada ginjal

Fungsi ginjal dapat terganggu karena infeksi bakteri, radang, batu ginjal, dan sebagainya. Jika salah satu ginjal tidak berfungsi atau mengalami gangguan, maka ginjal yang satunya lagi akan mengambil alih tugas ginjal yang pertama. Namun ginjal bisa rusak kedua-duanya dan ini akan berakibat sangat fatal karena urea akan tertimbun dalam tubuh dan menyebabkan kematian. Berikut ini adalah kelainan dan penyakit pada ginjal.

a. Batu ginjal

Pernahkah kamu mendengar orang sakit batu ginjal? Tahukah kamu penyebab orang sakit batu ginjal? Batu ginjal terjadi karena adanya endapan garam kalsium dalam ginjal sehingga menghambat keluarnya urine dan menimbulkan nyeri. Bagaimana cara mengatasi penyakit ini? Penyakit ini dapat diatasi dengan pembedahan dan sinar laser. Tujuan dari pembedahan untuk membuang endapan garam kalium. Tujuan menggunakan sinar laser untuk memecahkan endapan garam kalsium.



b. Radang ginjal (nefritis)

Radang ginjal disebut nefritis. Radang ginjal terjadi karena adanya kerusakan nefron, khususnya glomerulus yang disebabkan oleh infeksi bakteri. Rusaknya nefron mengakibatkan urine masuk kembali ke dalam darah dan penyerapan air menjadi terganggu sehingga timbul pembengkakan di daerah kaki. Penderita nefritis bisa disembuhkan dengan cangkok ginjal atau cuci darah secara rutin. Cuci darah biasanya dilakukan sampai penderita mendapatkan donor ginjal yang memiliki kesesuaian jaringan dengan organ penderita.



Gambar 1.7

Cuci darah merupakan salah satu cara untuk menyembuhkan radang ginjal.

(Sumber: www.sinarharapan.co.id)

c. Gagal ginjal

Gagal ginjal terjadi jika salah satu ginjal tidak berfungsi. Kegagalan salah satu ginjal ini akan diambil alih tugasnya oleh ginjal lain. Namun, keadaan ini akan tetap menimbulkan resiko sangat tinggi. Mengapa demikian? Karena menyebabkan penimbunan urea dalam tubuh dan kematian. Penyakit ini dapat diatasi dengan cangkok ginjal atau menggunakan ginjal tiruan sampai ginjal yang asli dapat kembali berfungsi.

2. Gangguan pada kulit

Kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan kulit sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari.

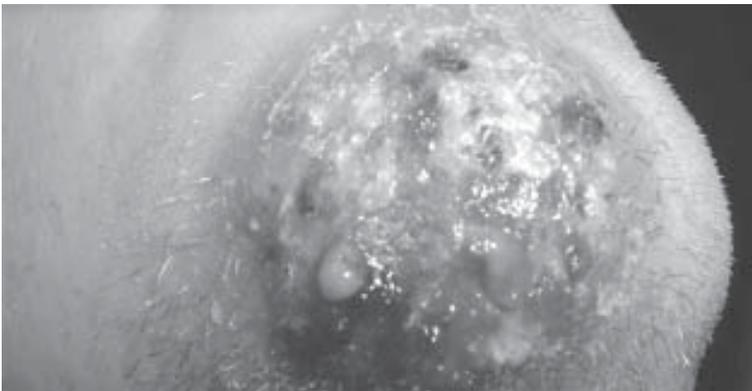
Ada penyakit yang tidak berbahaya dan berbahaya. Gangguan kulit yang biasa terjadi adalah sebagai berikut.

a. Biduran

Pernahkah kamu menderita biduran? Apa yang menyebabkan biduran? Bagaimana ciri-ciri orang menderita biduran? Biduran disebabkan oleh udara dingin, alergi makanan, dan alergi bahan kimia. Biduran ditandai dengan timbulnya bentol-bentol yang tidak beraturan dan terasa gatal. Biduran dapat berlangsung beberapa jam dan dapat juga berlangsung berhari-hari. Jika penyakit ini disebabkan oleh alergi, maka cara pencegahannya adalah dengan menghindari bahan makanan dan produk kimia yang menyebabkan alergi. Pengobatan dapat dilakukan dengan menggunakan resep obat yang diberikan oleh dokter.

b. Ringworm

Pernahkah kamu mendengar tentang ringworm? Apa yang kamu ketahui tentang ringworm? *Ringworm* adalah sejenis jamur yang menginfeksi kulit. Infeksi ini ditandai dengan timbulnya bercak lingkaran di kulit. Pencegahan penyakit ini dilakukan dengan menjaga agar kulit tetap kering dan tidak lembab. Pengobatannya dilakukan dengan mengkonsumsi obat anti jamur.



c. Psoriasis

Psoriasis belum dapat disembuhkan secara total, tetapi pengobatan teratur dapat menekan gejala menjadi tidak nampak. Gejala yang ditimbulkannya adalah kulit kemerahan yang dapat terjadi di kulit kepala, sikut, punggung, dan lutut. Apa penyebab psoriasis? Penyebab pasti dari penyakit ini

Lab Saku

Mengenal Penyakit Kulit

Kamu telah mengenal beberapa penyakit kulit. Buat karya ilmiah tentang macam-macam penyakit kulit dan cara pencegahannya. Lengkapi karya ilmiahmu tersebut dengan gambar yang konkrit. Kamu dapat menggunakan buku dan internet untuk menambah wawasanmu tentang penyakit kulit. Diskusikan hasil karyamu di depan kelas. Jika kamu mengalami kesulitan bertanyalah pada gurumu.

Gambar 1.8

Ringworm

(Sumber: www.sinarharapan.co.id)

belum bisa ditentukan, tetapi hasil dari banyak penelitian penyakit ini disebabkan adanya gangguan pada sistem kekebalan tubuh. Ada dua tipe sel darah putih yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh kita, yaitu sel limfosit T dan limfosit B. Pada psoriasis terjadi aktivasi limfosit T yang tidak normal di kulit. Ini menyebabkan kulit menjadi meradang secara berlebihan.

d. Kanker kulit

Penyakit kanker kulit disebabkan oleh penerimaan sinar matahari yang berlebihan. Penyakit ini lebih sering menyerang orang yang berkulit putih atau terang, karena warna kulit tersebut lebih sensitif terhadap sinar matahari. Pencegahan dapat dilakukan dengan tabir surya atau menghindari kontak dengan sinar matahari yang terlalu banyak.

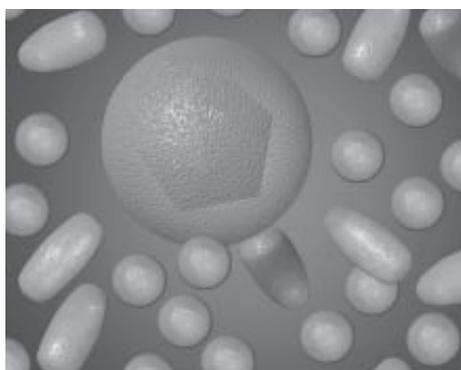
3. Gangguan pada hati

Penyakit hati bisa disebabkan oleh infeksi virus, tidak bekerjanya hati dan empedu. Tahukah kamu macam-macam kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan hati? Kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan hati misalnya penyakit hepatitis dan kuning.

a. Hepatitis

Pernahkah kamu melihat orang penderita hepatitis? Apa penyebab dari hepatitis? Hepatitis adalah radang hati yang disebabkan oleh virus. Virus hepatitis ada beberapa macam, misalnya virus hepatitis A dan hepatitis B. Hepatitis yang disebabkan oleh virus hepatitis B lebih berbahaya daripada hepatitis yang disebabkan oleh virus hepatitis A. Tahukah kamu cara pencegahannya? Kamu dapat mencegahnya

dengan melakukan vaksinasi.



Gambar 1.9

Virus hepatitis B, diambil di *Bloodstream Health Education* video, 1996.

(Sumber: www.cs.nyu.edu)



b. Penyakit kuning

Penyakit kuning disebabkan oleh tersumbatnya saluran empedu yang mengakibatkan cairan empedu tidak dapat dialirkan ke dalam usus dua belas jari, sehingga masuk ke dalam darah dan warna darah menjadi kuning. Kulit penderita tampak pucat kekuningan, bagian putih bola mata berwarna kekuningan, dan kuku jaripun berwarna kuning. Hal ini terjadi karena di seluruh tubuh terdapat pembuluh darah yang mengangkut darah berwarna kekuningan karena bercampur dengan cairan empedu.

4. Gangguan pada paru-paru

Pernahkah kamu melihat orang sakit paru-paru? Bagaimana kondisi orang tersebut? Apa yang menyebabkan orang terkena sakit paru-paru? Penyebab utama yang membuat paru-paru tidak berfungsi secara optimal adalah infeksi virus dan bakteri serta polusi udara. Polusi udara disebabkan oleh asap pabrik, kendaraan, pembakaran, dan asap rokok. Penyakit pada paru-paru misalnya asma, TBC, pneumonia, dan kanker paru-paru.

a. Asma

Asma dikenal dengan bengek yang disebabkan oleh bronkospasme. Asma merupakan penyempitan saluran pernapasan utama pada paru-paru. Gejala penyakit ini ditandai dengan susah untuk bernapas atau sesak napas. Penyakit ini tidak menular dan bersifat menurun. Kondisi lingkungan yang udaranya tidak sehat atau telah tercemar akan memicu serangan asma.



Gambar 1.10

Penderita asma menghirup oksigen.

(Sumber: www.smh.com.au)



b. Tuberculosis (TBC)

TBC adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini menyerang paru-paru sehingga pada bagian dalam alveolus terdapat bintil-bintil. TBC dapat menyebabkan kematian. Sebagian besar orang yang terinfeksi oleh bakteri tuberculosis menderita TBC tanpa mengalami gejala, hal ini disebut latent tuberculosis. Apabila penderita *latent tuberculosis* tidak menerima pengobatan maka akan berkembang menjadi *active tuberculosis*. Active tuberculosis adalah kondisi di mana sistem kekebalan tubuh tidak mampu untuk melawan bakteri tuberculosis yang terdapat dalam tubuh, sehingga menimbulkan infeksi terutama pada bagian paru-paru. TBC dapat di atasi dengan terapi. Terapi TBC yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

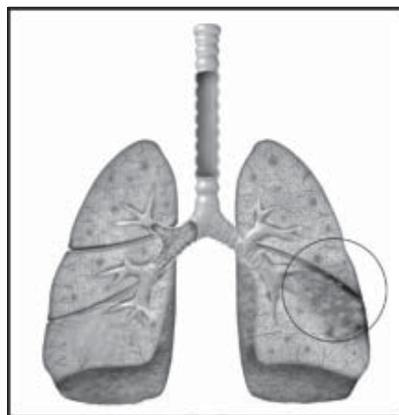
1) Pengguna vaksin BCG (*Bacille Calmette-Guerin*)

Vaksin BCG diberikan mulai dari bayi. Perlindungan yang diberikan oleh vaksin BCG dapat bertahan untuk 10 - 15 tahun, sehingga pada usia 12 - 15 tahun dapat dilakukan vaksinasi ulang.

2) Pengobatan pada pasien *latent tuberculosis*.

3) Pengobatan pada active tuberculosis dengan menggunakan antibiotik selama kurang lebih 6 bulan tidak boleh putus.

c. Pneumonia



Penyakit ini disebabkan oleh bakteri, virus atau jamur yang menginfeksi paru-paru khususnya di alveolus. Penyakit ini menyebabkan oksigen susah masuk karena alveolus dipenuhi oleh cairan.

Gambar 1.11

Pneumonia

(Sumber: www.ecureme.com)

Latihan 2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan penyakit yang terjadi di ginjal.
2. Bagaimana cara mengatasi orang gagal ginjal?
3. Apa perbedaan dari biduran dan kanker kulit?
4. Apa yang menyebabkan terjadinya hepatitis B? Bagaimana cara pencegahannya?
5. Apa yang menyebabkan kanker paru-paru?

Bina Keterampilan

TBC adalah penyakit menular dan dapat menyebabkan kematian. Coba kamu cari informasi tentang TBC. Kamu dapat menggunakan buku teks atau download di internet. Kemudian buat resume mengenai penyakit tersebut. Apa yang akan kamu lakukan jika salah satu keluargamu terkena TBC?

Rangkuman



1. Untuk mengeluarkan zat sisa, tubuh manusia dilengkapi dengan alat ekskresi berupa ginjal, kulit, hati dan paru-paru.
2. Ginjal terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian luar berupa kulit ginjal (korteks) bagian kedua berupa sumsum ginjal (medulla), dan bagian ketiga berupa rongga ginjal (pelvis).
3. Penyaringan darah yang dilakukan oleh ginjal terjadi melalui tiga proses, yaitu penyaringan, penyerapan kembali zat-zat yang dibutuhkan tubuh, dan penambahan zat-zat pada urine.



4. Zat-zat yang terdapat dalam urine sesungguhnya atau urine sekunder dalam keadaan normal adalah sebagai berikut.
 - a. Air 95%
 - b. Urea, amonia, dan asam ureat yang merupakan hasil metabolisme protein.
 - c. Garam-garam mineral, terutama garam dapur (NaCl).
 - d. Zat warna empedu yang menyebabkan urine berwarna kuning.
 - e. Zat-zat yang berlebihan dalam darah, seperti hormone dan vitamin.
5. Kulit manusia terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kulit ari (epidermis), kulit jangat (dermis), dan jaringan ikat bawah kulit.
6. Selain sebagai tempat pengeluaran, kulit juga berfungsi sebagai pengatur suhu tubuh, tempat pembentukan vitamin D dari provitamin D, tempat menyimpan kelebihan lemak, sebagai pelindung, dan indra peraba.
7. Hati dapat dikatakan sebagai alat sekresi karena hati menghasilkan empedu, dan sebagai alat ekskresi karena empedu yang dikeluarkan mengandung zat sisa yang berasal dari sel darah merah yang rusak dan dihancurkan di dalam limpa.
8. Paru-paru adalah organ yang bertindak sebagai alat pernapasan, tapi selain itu paru-paru juga bertindak sebagai alat ekskresi dengan mengeluarkan karbondioksida dan uap air.





A. Pengecekan Konsep



Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Ginjal menyaring zat sisa yang berupa ureum dari dalam
 - a. getah bening
 - b. hormon
 - c. darah
 - d. usus
2. Organ tubuh yang bertanggung jawab untuk mengatasi zat racun yang masuk ke dalam tubuh adalah
 - a. ginjal
 - b. hati
 - c. kulit
 - d. paru-paru
3. Cara kulit mengatur suhu tubuh adalah
 - a. mengeluarkan minyak
 - b. mengeluarkan air
 - c. mengeluarkan panas
 - d. mendirikan bulu-bulu
4. Bagian ginjal yang berfungsi menyaring darah terdapat pada
 - a. glomerulus
 - b. lengkung henle
 - c. kapsula Bowman
 - d. tubulus kontraktil
5. Paru-paru sebagai organ ekskresi mengeluarkan
 - a. O dan H₂O
 - b. H₂O dan CO
 - c. O dan CO
 - d. H₂O dan O
6. Fungsi sistem ekskresi pada manusia adalah
 - a. mengeluarkan sisa-sisa metabolisme yang sudah tidak digunakan lagi
 - b. mengeluarkan sisa-sisa metabolisme yang masih dibutuhkan oleh tubuh
 - c. mengeluarkan zat sisa yang masih dapat dipergunakan lagi
 - d. mengeluarkan feses dari hasil pencernaan.
7. Bagian kulit yang berperan untuk menyimpan lemak adalah
 - a. lapisan kulit ari
 - b. lapisan kulit malpighi
 - c. lapisan kulit jangat
 - d. lapisan kulit bawah
8. Berikut ini merupakan penyakit yang terjadi pada kulit, *kecuali*
 - a. ringworm
 - b. psoriasis
 - c. biduran
 - d. nefritis
9. Kelebihan hormon, vitamin, dan obat-obatan akan dikeluarkan melalui
 - a. ginjal
 - b. kulit
 - c. hati
 - d. paru-paru



10. Fungsi hati berikut berkaitan dengan pengeluaran, *kecuali*
- mengubah provitamin A menjadi vitamin A
 - menimbun gula dalam bentuk glikogen
 - membongkar jenis protein tertentu
 - merombak sel darah merah yang rusak menjadi empedu

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

- Jelaskan proses pembuatan urine.
- Gambar dan jelaskan sistem ekskresi pada kulit.
- Hati dapat berfungsi sebagai alat sekresi dan ekskresi. Apa perbedaan sekresi dan ekskresi pada hati?
- Tuliskan penyakit yang terjadi di hati dan bagaimana cara pencegahannya.
- Kita sering mendengar orang terkena sakit ginjal, seperti batu ginjal, gagal ginjal, dan radang ginjal. Bagaimana cara mengatasi dan mencegah penyakit-penyakit tersebut?



Refleksi

- ◆ Adakah materi yang belum kamu pahami?
- ◆ Pernahkah kamu sakit paru-paru? Jika jawabannya ya, maka bagaimana caramu untuk mengatasinya.
- ◆ Apakah kamu menggunakan internet untuk menambah wawasanmu tentang materi ini?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu dan kumpulkan hasilnya pada gurumu.

Bab

2

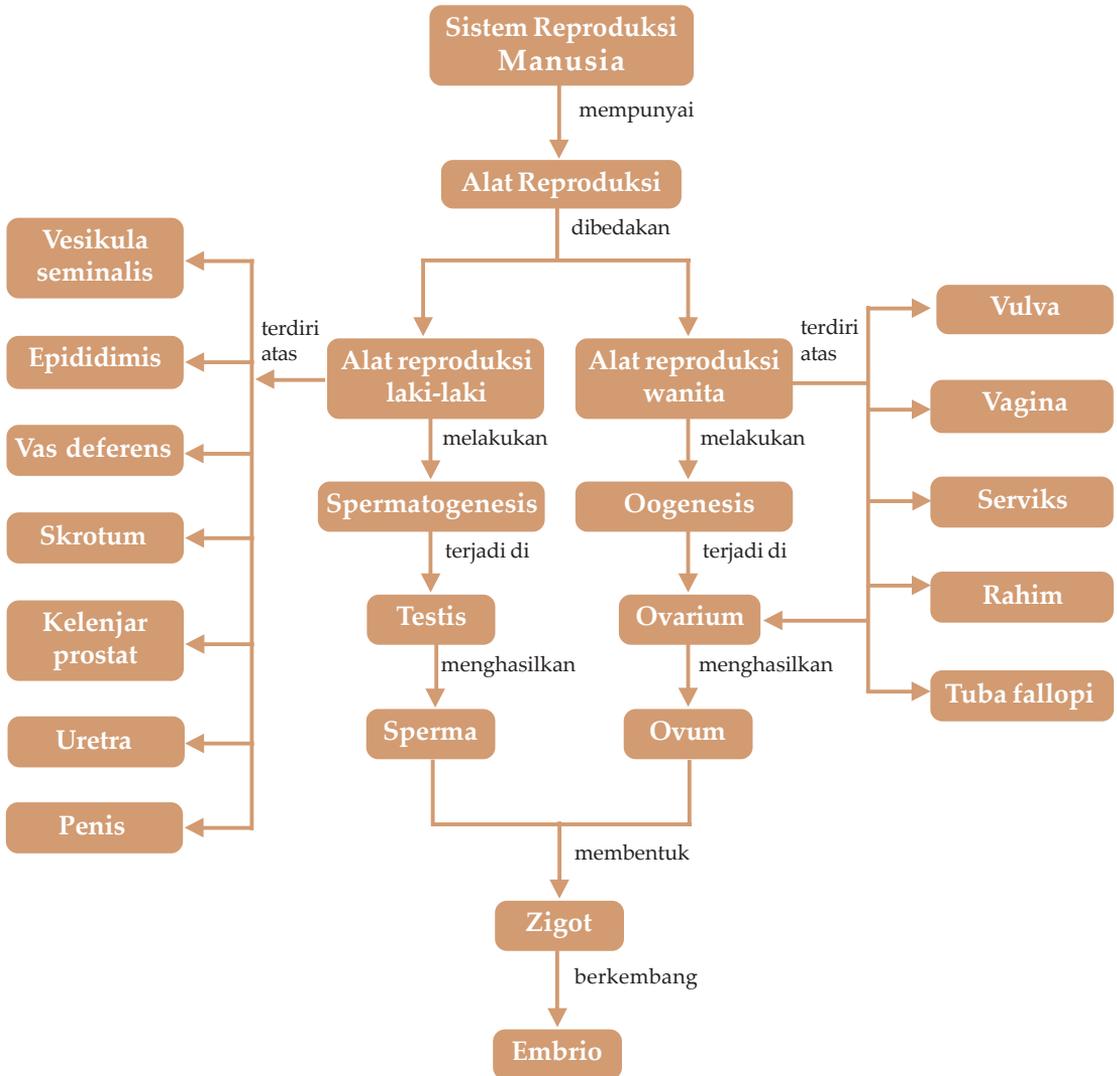
SISTEM REPRODUKSI MANUSIA



(Sumber: irdakaiser.files.wordpress.com)

Masih ingatkah kamu ciri-ciri makhluk hidup? Coba kamu ingat kembali ciri-ciri makhluk hidup. Salah satu ciri-ciri makhluk hidup adalah berkembang biak. Apakah yang dimaksud dengan berkembang biak? Apa yang kamu ketahui tentang perkembangbiakan makhluk hidup? Perkembangbiakan disebut juga reproduksi. Kamu akan belajar tentang reproduksi pada bab ini. Setelah belajar bab ini kamu diharapkan mampu *menggambarkan tentang sistem reproduksi manusia dan gangguannya.*





Kata-Kata Kunci

- Reproduksi
- Spermatogenesis
- Oogenesis
- Fertilisasi

Soal Prasyarat

- ☺ Sebutkan ciri-ciri makhluk hidup.
- ☺ Apakah berkembang biak sama dengan bereproduksi?
- ☺ Apa yang dimaksud dengan reproduksi?



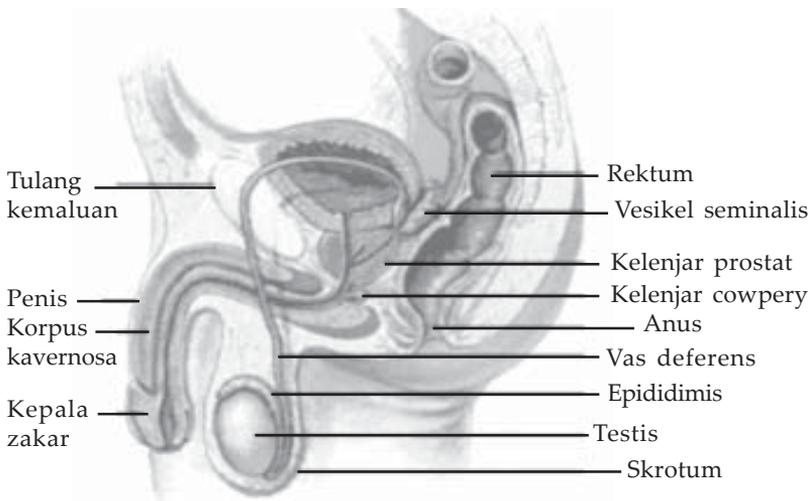
A. Reproduksi Manusia



Pernahkah kamu mendengar tentang reproduksi? Reproduksi adalah cara makhluk hidup untuk menghasilkan individu baru yang memiliki sifat yang sama dengan induknya. Reproduksi mempunyai alat reproduksi. Pernahkah kamu mendengar tentang alat reproduksi? Apakah alat reproduksi laki-laki dan wanita berbeda? Kamu akan dapat menjawabnya setelah memahami penjelasan berikut. Pertama kamu akan belajar tentang alat reproduksi pada laki-laki, sedangkan alat reproduksi wanita akan kamu pelajari pada subbab selanjutnya.

1. Alat reproduksi laki-laki

Alat reproduksi laki-laki terdiri atas testis, skrotum, vas deferens, kantong sperma, epididimis, kelenjar prostat, uretra, dan penis. Coba kamu perhatikan **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1

Alat reproduksi laki-laki.

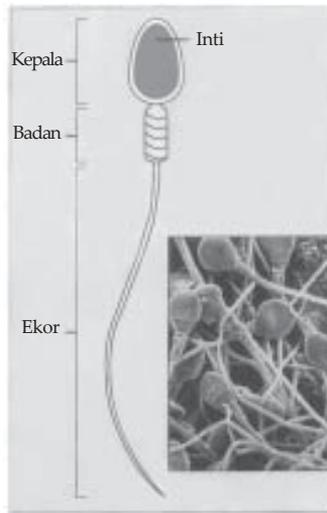
(Sumber: www.sciencenewsforkids.org)

a. Testis

Apakah yang dimaksud dengan testis? Dimanakah letak testis pada alat reproduksi laki-laki? Testis disebut juga dengan buah zakar. Testis merupakan organ kecil dengan diameter sekitar 5 cm pada orang dewasa. Testis membutuhkan suhu lebih rendah dari suhu badan (36,7 °C)



Gambar 2.2
Lebar kepala sekitar 3µm. Energi untuk gerak diperoleh dari badan sperma. Sperma manusia dapat dilihat dengan mikroskop elektron.
(Sumber: *Biology, R Michael dan Neil I*)



agar dapat berfungsi secara optimal. Oleh karena itu, testis terletak di luar tubuh di dalam suatu kantong yang disebut skrotum. Ukuran dan posisi testis sebelah kanan dan kiri berbeda. Testis berfungsi menghasilkan sperma. Bentuk sperma sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Sperma berbentuk seperti kecebong, dapat bergerak sendiri dengan ekornya. Testis juga memiliki tanggung jawab lain, yaitu membuat hormon testosteron.

Hormon ini merupakan hormon yang sangat bertanggung jawab atas perubahan anak laki-laki menjadi dewasa. Membuat suara laki-laki menjadi besar dan berat, dan berbagai perubahan lain yang memperlihatkan bahwa seorang anak telah beranjak dewasa.

b. Skrotum

Tahukah kamu fungsi dari skrotum? Skrotum adalah kantong kulit yang melindungi testis dan berfungsi sebagai tempat bergantungnya testis. Skrotum berwarna gelap dan berlipat-lipat. Skrotum mengandung otot polos yang mengatur jarak testis ke dinding perut. Dalam menjalankan fungsinya, skrotum dapat mengubah ukurannya. Jika suhu udara dingin, maka skrotum akan mengerut dan menyebabkan testis lebih dekat dengan tubuh dan dengan demikian lebih hangat. Sebaliknya pada cuaca panas, maka skrotum akan membesar dan kendur. Akibatnya luas permukaan skrotum meningkat dan panas dapat dikeluarkan.

c. Vas deferens

Vas deferens adalah sebuah tabung yang dibentuk dari otot. Vas deferens membentang dari epididimis ke uretra. Vas deferens berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma sebelum dikeluarkan melalui penis. Saluran ini bermuara dari epididimis. Saluran vas deferens menghubungkan testis dengan kantong sperma. Kantong sperma ini berfungsi untuk menampung sperma yang dihasilkan oleh testis.



d. Epididimis

Apakah yang dimaksud dengan epididimis? Apa yang kamu ketahui tentang epididimis? Epididimis adalah saluran-saluran yang lebih kecil dari vas deferens. Alat ini mempunyai bentuk berkelok-kelok dan membentuk bangunan seperti topi. Epididimis berfungsi sebagai tempat pematangan sperma.

e. Vesikula seminalis

Alat ini berfungsi sebagai penampung spermatozoa dari testis.

f. Kelenjar prostat

Kelenjar prostat sebagai penghasil cairan basa untuk melindungi sperma dari gangguan luar.

g. Uretra

Uretra merupakan saluran sperma dan urine. Uretra berfungsi membawa sperma dan urine ke luar tubuh.

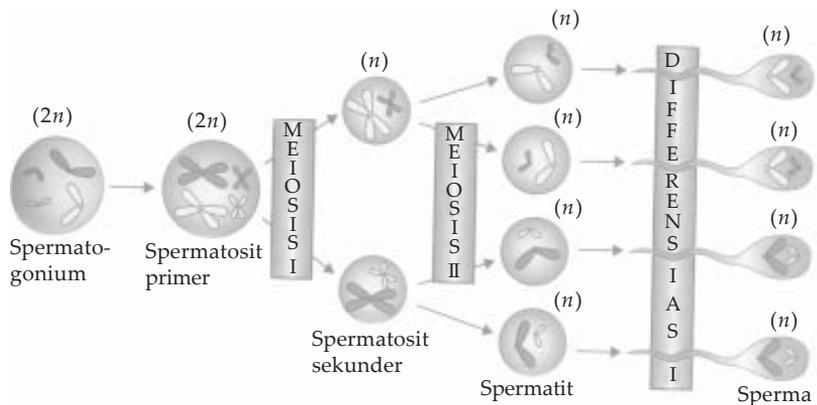
h. Penis

Penis dibagi menjadi dua bagian, yaitu batang dan kepala penis. Pada bagian kepala terdapat kulit yang menutupinya, disebut preputium. Kulit ini diambil secara operatif saat melakukan sunat. Penis tidak mengandung tulang dan tidak terbentuk dari otot. Ukuran dan bentuk penis bervariasi, tetapi jika penis ereksi ukurannya hampir sama. Kemampuan ereksi sangat berperan dalam fungsi reproduksi. Pada bagian dalam penis terdapat saluran yang berfungsi mengeluarkan urine. Saluran ini untuk mengalirkan sperma keluar. Jadi, fungsi penis sebagai alat sanggama, saluran pengeluaran sperma, dan urine.

Setelah belajar alat reproduksi laki-laki, kamu mengenal apa itu sperma. Tahukah kamu bagaimana proses pembentukan sperma? Proses pembentukan dan pemasakan sperma disebut spermatogenesis. Pada pembahasan sebelumnya dikatakan bahwa sperma dihasilkan oleh testis. Spermatogenesis terjadi di tubulus seminiferus testis. Dalam tubulus tersebut terdapat sel sperma, yang disebut spermatogonium. Spermatogonium kemudian membelah secara mitosis menghasilkan spermatogonium yang haploid (**Gambar 2.3**). Spermatogonium ini kemudian membesar membentuk spermatosit primer.

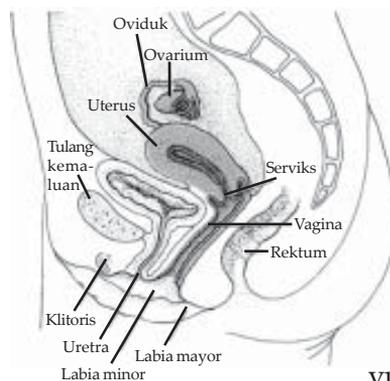


Spermatisit primer seterusnya akan membelah secara meiosis I untuk menghasilkan dua spermatisit sekunder yang haploid. Kemudian setiap spermatisit sekunder akan membelah secara meiosis II untuk menghasilkan dua spermatid yang haploid. Sel-sel spermatid akan berdiferensiasi menjadi spermatozoa atau sperma.



Gambar 2.3
Skema spermatogenesis
(Sumber: www.kyukeiren.or)

2. Alat reproduksi wanita



Gambar 2.4
Alat reproduksi wanita
(Sumber: www.wisc.edu)

Saat dilahirkan seorang anak wanita telah mempunyai alat reproduksi yang lengkap, tetapi belum berfungsi sepenuhnya. Alat reproduksi ini akan berfungsi sepenuhnya saat seorang wanita telah memasuki masa pubertas. Alat reproduksi wanita terdiri atas vulva, vagina, serviks, rahim, tuba fallopi, dan ovarium. Coba perhatikan **Gambar 2.4** berikut.

a. Vulva

Pernahkah kamu mendengar tentang vulva? Vulva merupakan daerah yang menyelubungi vagina. Vulva terdiri atas *mons pubis*, labia, klitoris, daerah ujung luar vagina, dan saluran kemih. Apakah yang dimaksud dengan *mons pubis*, labia, dan klitoris? *Mons pubis* adalah gundukan jaringan lemak yang terdapat di bagian bawah perut. Daerah ini dapat dikenali dengan mudah karena tertutup oleh rambut pubis. Rambut ini akan tumbuh saat seorang gadis beranjak dewasa.



Labia adalah lipatan berbentuk seperti bibir yang terletak di dasar *mons pubis*. Labia terdiri dari dua bibir, yaitu bibir luar dan bibir dalam. Bibir luar disebut labium mayora, merupakan bibir yang tebal dan besar. Sedangkan bibir dalam disebut labium minora, merupakan bibir tipis yang menjaga jalan masuk ke vagina.

Klitoris terletak pada pertemuan antara ke dua labia minora dan dasar *mons pubis*. Ukurannya sangat kecil sebesar kacang polong, penuh dengan sel saraf sensorik dan pembuluh darah. Alat ini sangat sensitif dan berperan besar dalam fungsi seksual.

b. Vagina

Vagina adalah saluran yang elastis, panjangnya sekitar 8-10 cm, dan berakhir pada rahim. Vagina dilalui darah pada saat menstruasi dan merupakan jalan lahir. Karena terbentuk dari otot, vagina bisa melebar dan menyempit. Kemampuan ini sangat hebat, terbukti pada saat melahirkan vagina bisa melebar seukuran bayi yang melewatinya. Pada bagian ujung yang terbuka, vagina ditutupi oleh sebuah selaput tipis yang dikenal dengan istilah selaput dara. Bentuknya bisa berbeda-beda setiap wanita. Selaput ini akan robek pada saat bersanggama, kecelakaan, masturbasi/onani yang terlalu dalam, olah raga dan sebagainya.

c. Serviks

Serviks disebut juga dengan mulut rahim. Serviks ada pada bagian terdepan dari rahim dan menonjol ke dalam vagina, sehingga berhubungan dengan bagian vagina. Serviks memproduksi cairan berlendir. Pada sekitar waktu ovulasi, mukus ini menjadi banyak, elastis, dan licin. Hal ini membantu spermatozoa untuk mencapai uterus. Saluran yang berdinding tebal ini akan menipis dan membuka saat proses persalinan dimulai.

d. Rahim

Rahim disebut juga uterus. Alat ini memiliki peranan yang besar dalam reproduksi wanita. Tahukah kamu peranan rahim bagi wanita? Rahim berperan besar saat menstruasi hingga melahirkan. Bentuk rahim seperti buah pear, berongga, dan berotot. Sebelum hamil beratnya 30-50 gram



dengan ukuran panjang 9 cm dan lebar 6 cm kurang lebih sebesar telur ayam kampung. Tetapi saat hamil mampu membesar dan beratnya mencapai 1000 gram. Rahim berfungsi sebagai tempat untuk perkembangan embrio menjadi janin. Dinding rahim memiliki banyak pembuluh darah sehingga dindingnya menebal ketika terjadi pertumbuhan janin. Rahim terdiri atas 3 lapisan, yaitu:

- ☉ Lapisan parametrium, merupakan lapisan paling luar dan yang berhubungan dengan rongga perut.
- ☉ Lapisan miometrium merupakan lapisan yang berfungsi mendorong bayi keluar pada proses persalinan (kontraksi).
- ☉ Lapisan endometrium merupakan lapisan dalam rahim tempat menempelnya sel telur yang sudah dibuahi. Lapisan ini terdiri atas lapisan kelenjar yang berisi pembuluh darah.

e. Ovarium

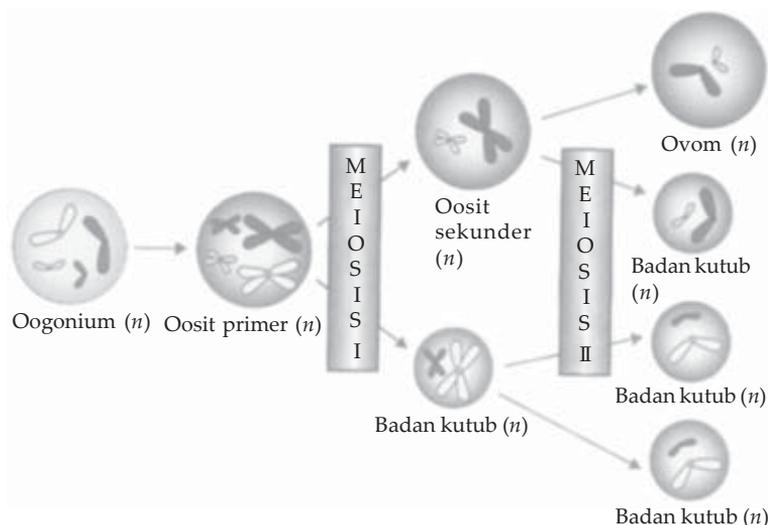
Kamu pasti pernah mendengar tentang ovarium. Apa yang kamu ketahui tentang ovarium? Ovarium menghasilkan ovum. Ovarium disebut juga dengan indung telur. Letak ovarium di sebelah kiri dan kanan rongga perut bagian bawah. Ovarium berhasil memproduksi sel telur jika wanita telah dewasa dan mengalami siklus menstruasi. Setelah sel telur masak, akan terjadi ovulasi yaitu pelepasan sel telur dari ovarium. Ovulasi terjadi setiap 28 hari. Sel telur disebut juga dengan ovum.

f. Tuba fallopi

Tuba fallopi disebut juga dengan saluran telur. Saluran telur adalah sepasang saluran yang berada pada kanan dan kiri rahim sepanjang +10 cm. Saluran ini menghubungkan rahim dengan ovarium melalui fimbria. Ujung yang satu dari tuba fallopii akan bermuara di rahim sedangkan ujung yang lain merupakan ujung bebas dan terhubung ke dalam rongga abdomen. Ujung yang bebas berbentuk seperti umbai dan bergerak bebas. Ujung ini disebut fimbria dan berguna untuk menangkap sel telur saat dilepaskan oleh ovarium. Dari fimbria, telur digerakkan oleh rambut-rambut halus yang terdapat di dalam saluran telur menuju ke dalam rahim.



Kamu telah mengenal alat-alat reproduksi wanita, tahukah kamu bagaimana terbentuknya ovum? Proses pembentukan ovum disebut oogenesis dan terjadi di ovarium. Pembentukan ovum diawali dengan pembelahan mitosis lapisan luar ovarium untuk membentuk oogonium yang diploid. Tahukah kamu bahwa setiap oogonium dilapisi oleh sel folikel? Keseluruhan struktur ini disebut folikel primer. Ketika folikel tumbuh, oosit primer membelah secara meiosis I menghasilkan satu oosit sekunder dan badan kutub. Oosit sekunder kemudian berkembang menjadi ovum haploid yang siap untuk dibuahi oleh sperma.



Gambar 2.5
Skema Oogenesis

(Sumber: Biologi SPM, Wai Chee Mah dan Kim)

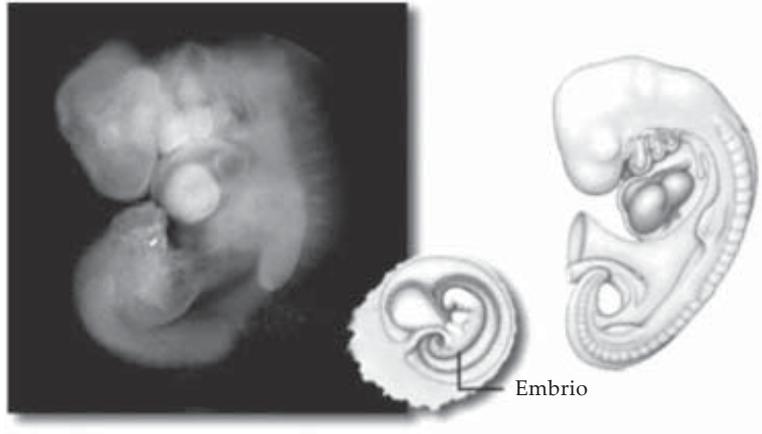
B. Fertilisasi dan Perkembangan Embrio

Apakah kamu pernah mendengar tentang fertilisasi? Apa yang dimaksud dengan fertilisasi? *Fertilisasi* adalah proses pembuahan. Bagaimana proses fertilisasi terjadi dalam tubuh manusia? Coba kamu pahami pembahasan berikut.

Ovum matang dilepas ovarium dan ditangkap rumbai-rumbai pada corong tuba fallopi. Jika ada sperma masuk, maka ovum dibuahi sperma. Ovum yang sudah dibuahi membentuk zigot, kemudian zigot bergerak menuju rahim. Jika ovum tidak dibuahi sperma, jaringan dalam dinding rahim yang telah menebal dan banyak pembuluh darah akan rusak dan luruh sehingga terjadi menstruasi.

Bersamaan dengan terjadinya pematangan ovum, sel-sel dinding rahim tumbuh menebal dan banyak pembuluh darah sehingga pada saat zigot datang dan menempel tidak terjadi gangguan. Pematangan ovum dan penebalan dinding rahim dipengaruhi hormon estrogen dan progesterone. Di rahim embrio berkembang selama 9 bulan untuk menjadi bayi. Coba kamu perhatikan perkembangan embrio di bawah ini.

- 1) Usia 4 minggu, sudah tampak pertumbuhan mata dan telinga.

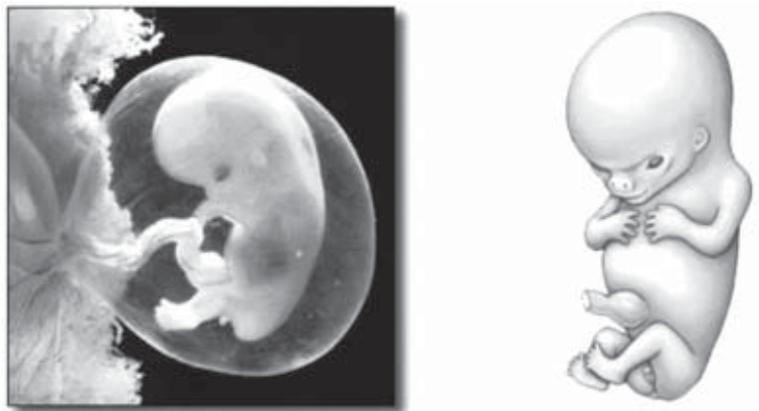


Gambar 2.6

Embrio umur 4 minggu.

(Sumber: *Biology, Mader, S.S*)

- 2) Usia 8 minggu, sudah terbentuk janin yang mirip dengan bayi, mulai tampak tangan, jari tangan, hidung, dan kaki.



Gambar 2.7

Embrio umur 8 minggu.

(Sumber: *Biology, Mader, S.S*)

- 3) Usia 10 minggu, panjang janin lebih kurang 6 cm dan sudah terlihat seperti bayi. Ukuran kepalanya lebih besar dari pada ukuran badan.



- 4) Usia 16 minggu, panjang janin telah mencapai 40 cm dan memiliki organ yang sudah lengkap.



Gambar 2.8

Embrio umur 16 minggu.

(Sumber: *Biology, Mader, S.S*)

- 5) Usia 40 minggu, janin sudah siap untuk dilahirkan.

Selama dalam rahim, embrio mendapatkan nutrisi dari induknya melalui plasenta. Tahukah kamu fungsi dari plasenta? Plasenta mempunyai fungsi sebagai berikut.

- Menyalurkan zat makanan dari induk ke embrio.
- Mengalirkan zat-zat sampah dari embrio ke dalam darah induknya.
- Melindungi janin dari berbagai zat racun atau kuman penyakit.



C. Siklus Menstruasi



Pada pelajaran sebelumnya telah dikatakan bahwa ovum yang tidak dibuahi akan meluruh dan keluar dari rahim. Peristiwa ini disebut menstruasi. Menstruasi disebut juga haid merupakan pendarahan yang terjadi akibat luruhnya dinding sebelah dalam rahim (endometrium) yang banyak mengandung pembuluh darah. Lapisan endometrium dipersiapkan untuk menerima pelekatan embrio. Jika tidak terjadi pelekatan embrio, maka lapisan ini akan luruh, kemudian darah keluar melalui serviks dan vagina. Pendarahan ini terjadi secara periodik, jarak waktu antara menstruasi yang satu dengan menstruasi berikutnya dikenal dengan satu siklus menstruasi.



Siklus menstruasi wanita berbeda-beda, namun rata-rata berkisar 28 hari. Hari pertama menstruasi dinyatakan sebagai hari pertama siklus menstruasi. Siklus ini terdiri atas 4 fase, yaitu:

1. Fase menstruasi

Fase menstruasi ini terjadi jika ovum tidak dibuahi sperma, sehingga korpus luteum menghentikan produksi hormon esterogen dan progesteron. Turunnya kadar esterogen dan progesteron menyebabkan lepasnya ovum dari endometrium yang disertai robek dan luruhnya endometrium, sehingga terjadi pendarahan. Fase menstruasi ini berlangsung kurang lebih 5 hari. Darah yang keluar selama menstruasi berkisar antara 50-150 mili liter.

2. Fase pra-ovulasi

Fase pra-ovulasi disebut juga dengan fase poliferasi. Apa yang terjadi pada fase ini? Hormon pembebas gonadotropin yang dikeluarkan hipotalamus akan memacu hipofise untuk mengeluarkan FSH. Apa yang kamu ketahui tentang FSH? FSH singkatan dari *folikel stimulating hormon*. FSH memacu pematangan folikel dan merangsang folikel untuk mengeluarkan hormon esterogen. Adanya esterogen menyebabkan pembentukan kembali (poliferasi) dinding endometrium. Peningkatan kadar esterogen juga menyebabkan serviks untuk mengeluarkan lendir yang bersifat basa. Lendir ini berfungsi untuk menetralkan suasana asam pada vagina sehingga mendukung kehidupan sperma.

3. Fase ovulasi

Jika siklus menstruasi seorang perempuan 28 hari, maka ovulasi terjadi pada hari ke 14. Peningkatan kadar esterogen menghambat pengeluaran FSH, kemudian hipofise mengeluarkan LH. LH singkatan dari *luternizing hormon*. Peningkatan kadar LH merangsang pelepasan oosit sekunder dari folikel, peristiwa ini disebut ovulasi.

4. Fase pasca ovulasi

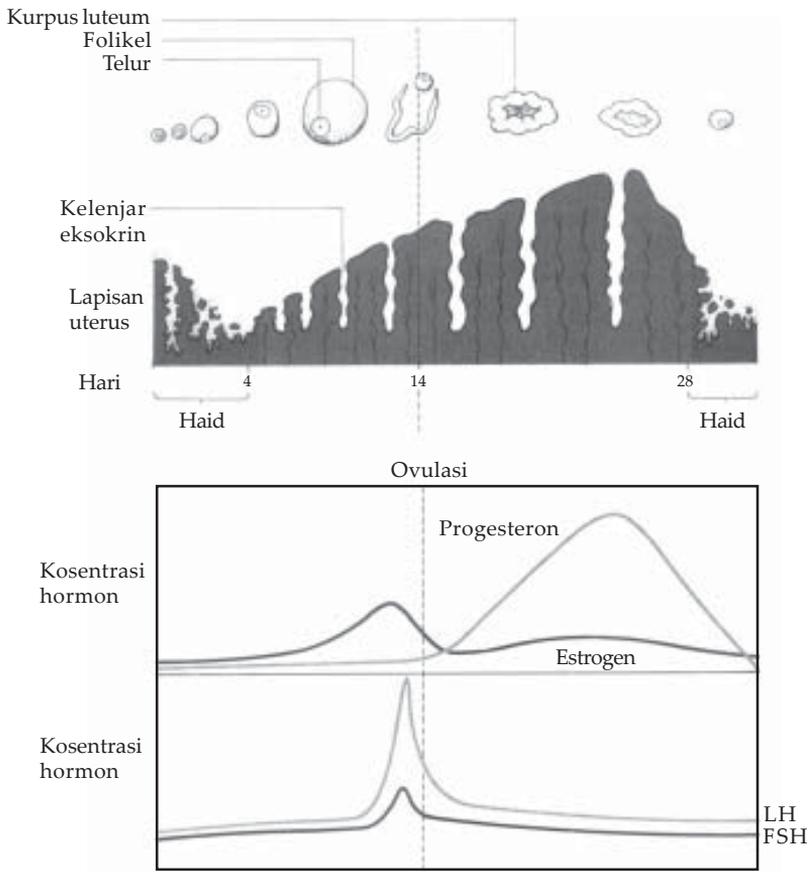
Fase ini berlangsung selama 14 hari sebelum menstruasi berikutnya. Walaupun panjang siklus menstruasi berbeda-beda, fase pasca-ovulasi ini selalu sama yaitu 14 hari



Memahami Reproduksi Manusia

Cari informasi tentang reproduksi manusia di buku atau majalah. Kemudian baca dan pahami informasi yang ada. Buat resume dari informasi yang kamu peroleh. Apakah informasi yang kamu dapat sama dengan apa yang sudah kamu pelajari?

sebelum menstruasi berikutnya. Folikel de Graaf (folikel matang) yang telah melepaskan oosit sekunder akan berkerut dan menjadi korpus luteum. Korpus luteum mengeluarkan hormon progesteron dan masih mengeluarkan hormon esterogen namun tidak sebanyak ketika berbentuk folikel. Progesteron mendukung kerja esterogen untuk mempertebal dan menumbuhkan pembuluh-pembuluh darah pada endometrium serta mempersiapkan endometrium untuk menerima pelekatan embrio jika terjadi pembuahan atau kehamilan. Jika tidak terjadi pembuahan, korpus luteum akan berubah menjadi korpus albikan yang hanya sedikit mengeluarkan hormon, sehingga kadar progesteron dan esterogen menjadi rendah. Keadaan ini menyebabkan terjadinya menstruasi demikian seterusnya.



Gambar 2.9
Siklus menstruasi
(Sumber: *www. Biology. Mader, SS*)

Kegiatan 1

Memahami Spermatogenesis dan Oogenesis

Alat dan bahan

- kertas manila
- spidol hitam
- buku biologi

Cara kerja

1. Baca buku biologi tentang reproduksi manusia.
2. Gambar skema spermatogenesis dan oogenesis pada kertas manila.

Analisis dan diskusi

1. Jelaskan skema yang kamu buat di depan kelas.
2. Apa perbedaan antara proses spermatogenesis dengan oogenesis?
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.

D. Mengetahui Penyakit AIDS

Kamu pasti pernah mendengar tentang AIDS. Apa kepanjangan dari AIDS? Tahukah kamu apa penyebab dari AIDS? AIDS (*Acquired Immune-deficiency Disease Syndrome*) adalah penyakit yang dapat menyebabkan kematian. AIDS disebabkan oleh virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) yang mulai dikenal pada abad ke-20. Berdasarkan data tahun 2004, AIDS menjadi epidemik yang menyebabkan kematian di dunia sampai 3,1 juta jiwa.

1. Gejala HIV

Kamu telah mengetahui bahwa AIDS disebabkan oleh infeksi HIV. Virus ini akan merusak sistem kekebalan tubuh dengan cara menyerang sel darah putih. Seseorang yang mengidap AIDS tidak dapat melindungi dirinya dari segala macam bibit penyakit. Akibatnya, penderita bisa terserang berbagai penyakit.

Pada awalnya, orang yang terinfeksi HIV tampak seperti orang yang sehat dan tidak memperlihatkan gejala-gejala tertentu. Fase ini dapat terjadi selama 5 - 7 tahun, tergantung dari kekebalan tubuh si penderita.



Gambar 2.10

Penderita AIDS.

(Sumber: www.familycarefoundation.com)

Pada tahap selanjutnya, akan muncul gejala awal seperti hilangnya selera makan, tubuh terasa lemas, dan badan berkeringat secara berlebihan pada malam hari. Kemudian akan timbul bercak-bercak dikulit, terjadi pembengkakan kelenjar getah bening, mengalami diare terus menerus, serta flu yang tidak sembuh-sembuh. Fase ini berlangsung 6 bulan sampai 2 tahun.

Tahap terakhir atau fase AIDS akan terdiagnosa setelah kekebalan tubuh sudah sangat berkurang. Pada tahap ini biasanya penderita mudah terserang penyakit TBC, pneumonia, herpes, gangguan saraf, dan sebagainya. Kejadian ini berlangsung selama 3-6 bulan. Untuk mengetahui apakah seseorang dinyatakan positif menderita AIDS, harus dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap banyaknya jumlah sel T pada darahnya.

2. Penularan HIV

Tahukah kamu cara penularan HIV? Sebagian besar orang tertular HIV karena hubungan seksual. Virus HIV dapat menyerang orang pemakai narkoba dan tato yang menggunakan jarum suntik dan semprotan yang telah terkontaminasi oleh virus HIV. Penularan HIV juga bisa melalui transfusi darah. Ibu hamil yang mengidap AIDS dapat menularkan virus HIV pada janinnya.





Gambar 2.11

HIV dapat menular melalui transfusi darah.

(Sumber: *images.elokdyah.multiply.com*)

Penularan HIV sangat cepat sekali, seperti di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh pengguna narkoba semakin banyak, seks bebas, dan perpindahan penduduk yang tinggi. Untuk itulah, kita harus menanggapi dengan serius dan sebisa mungkin mencegah penyebaran virus ini.

3. Pencegahan HIV

Obat penyakit AIDS belum ditemukan sampai saat ini. Satu-satunya jalan supaya terhindar dari penyakit ini adalah meningkatkan iman dan taqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Selain itu, AIDS dapat juga dicegah dengan cara sebagai berikut.

- a. Menghindari hubungan seks bebas dengan orang yang menderita penyakit ini.
- b. Menghindari hubungan seks dengan orang yang pecandu narkoba.
- c. Mengadakan pemeriksaan laboratorium terhadap orang yang akan mendonorkan darahnya.
- d. Menjamin sterilitas alat suntik dan menggunakannya untuk sekali pakai.

Selain AIDS ada beberapa penyakit yang penyebarannya melalui hubungan seksual. Tahukah kamu penyakit apa saja yang dapat menyebar melalui hubungan seksual?



Penyakit kelamin dapat ditularkan melalui hubungan seksual. Coba kamu perhatikan **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Penyakit kelamin dan gejalanya

| Penyakit | Gejala | Akibat |
|-------------------------|--|---|
| Gonore (kencing nanah) | Pada perempuan keluar nanah yang berasal dari vagina dan saluran urine | Bermasalah pada saat kehamilan dan proses melahirkan. |
| Klamidia (klamidiasis) | Pada laki-laki akan keluar nanah dari penis saluran urine. | Laki-laki: infeksi pada testis |
| Sifilis (raja singa) | Seperti halnya gonore, tidak tampak gejala 70% perempuan, 10% pada laki-laki. | Perempuan: bermasalah pada saat kehamilan. Laki-laki: masalah kebersihan. |
| Herpes (dhab) | Luka pada vagina atau penis | Membahayakan jantung dan otak, melalui ibu yang ditularkan ke fetusnya. |
| Candidiasis (keputihan) | Luka pada vagina atau penis seperti bercak-bercak yang menyerang pada alat kelamin manusia Infeksi pada dinding vagina, langit-langit, lipatan dekat anus | Melalui proses kelahiran infeksi berasal dari ibu selama kelahiran. Kebersihan vagina, mulut dan anus tidak terjaga. |

(Sumber: *Biology. Made., S.S*)



Latihan 1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan reproduksi?
2. Sebutkan fungsi testis pada alat reproduksi laki-laki.
3. Mengapa terjadi menstruasi pada wanita dewasa? Jelaskan.
4. Sebutkan penyakit kelamin yang sering terjadi di masyarakat.
5. Mengapa penderita HIV harus diisolasi dari lingkungan tempat tinggalnya?

Bina Keterampilan

Buat kliping tentang penyakit yang mengganggu sistem reproduksi manusia, seperti AIDS, gonore, klamidia, sifilis, dan candidiasis. Kemudian buat resume dari kliping yang kamu buat dan jelaskan cara pencegahan dari penyakit-penyakit tersebut.

Rangkuman



1. Reproduksi adalah cara makhluk hidup untuk menghasilkan individu baru yang memiliki sifat atau ciri-ciri yang sama dengan induknya.
2. Alat reproduksi laki-laki adalah testis, skrotum, vas deferens, kantong sperma, epididimis, kelenjar prostat, uretra, dan penis.
3. Alat reproduksi wanita adalah vulva, vagina, serviks, rahim, tuba fallopii, dan ovarium.
4. Spermatogenesis adalah proses pembentukan dan pemasakan sperma.
5. Oogenesis adalah proses pembentukan ovum.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Berikut yang bukan alat reproduksi laki-laki adalah
 - a. vulva
 - b. epididimis
 - c. testis
 - d. uretra
2. Alat reproduksi laki-laki yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma sebelum dikeluarkan melalui penis adalah
 - a. vulva
 - b. vas deferens
 - c. epididimis
 - d. uretra
3. Serviks disebut juga
 - a. mulut rahim
 - b. rahim
 - c. saluran telur
 - d. indung telur
4. Lapisan rahim paling luar adalah
 - a. endometrium
 - b. parametrium
 - c. myometrium
 - d. uterus
5. Pembentukan sperma pada laki-laki dewasa terjadi di
 - a. tuba fallopi
 - b. testis
 - c. rahim
 - d. ovarium
6. Pembentukan ovum terjadi di
 - a. tuba fallopi
 - b. ovarium
 - c. rahim
 - d. serviks
7. Proses pembentukan spermatozoa disebut
 - a. oogenesis
 - b. spermatogenesis
 - c. endometrium
 - d. menstruasi
8. Kepanjangan dari AIDS adalah
 - a. *Acquired Immune-deficiency Disease Syndrome*
 - b. *Acquired Ideficiency Disease Syndrome*
 - c. *Acquired Immune Disease Syndrome*
 - d. semua salah
9. Virus HIV menyerang
 - a. saraf
 - b. mata
 - c. sistem kekebalan
 - d. paru-paru
10. Penyakit yang membahayakan jantung dan otak, melalui ibu yang ditularkan ke fetusnya adalah
 - a. klamidia
 - b. herpes
 - c. candidiasis
 - d. gonore

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Sebutkan fungsi plasenta.
2. Jelaskan proses spermatogenesis pada laki-laki.
3. Apa yang dimaksud dengan ovulasi?
4. Apa yang kamu lakukan jika di sekitar tempat tinggalmu ada orang yang mengidap AIDS?
5. Jelaskan cara pencegahan terhadap virus HIV.



- ◆ Adakah materi yang sulit kamu pahami?
- ◆ Apakah kamu menggunakan internet untuk menambah wawasanmu?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu kemudian diskusikan dengan temanmu.



Bab

3

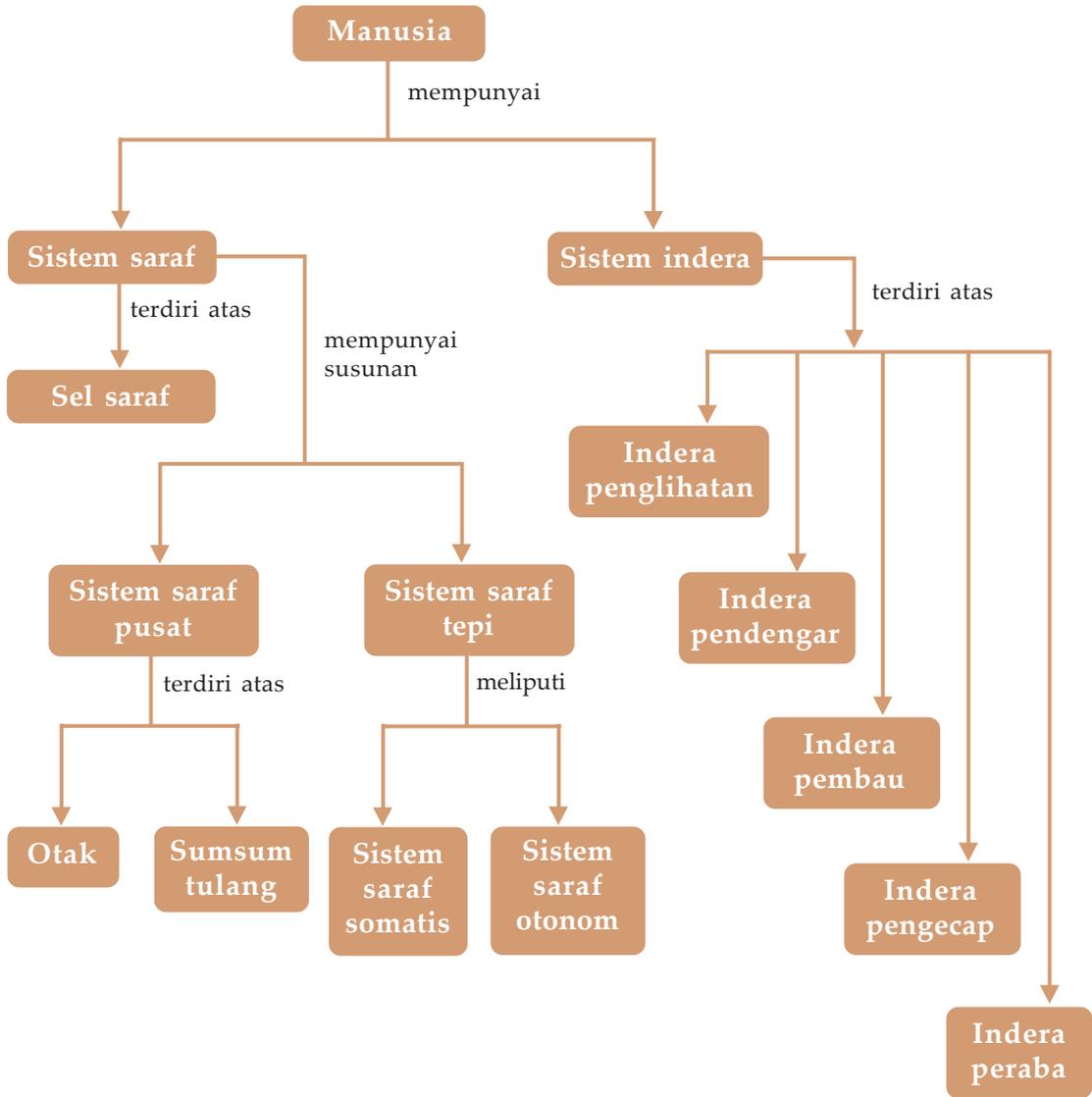
SISTEM SARAF DAN INDERA MANUSIA



(Sumber: Dok. Penerbit)

Coba kamu ingat-ingat kejadian hari ini. Informasi apa saja yang kamu dapat? Ketika kamu bermain bola voli dan bola bergerak kearahmu, bagaimana reaksimu? Setiap hari kamu menerima informasi dan memberikan tanggapan. Proses menerima informasi dan memberikan tanggapan merupakan kerja sistem saraf yang akan kamu pelajari dalam bab ini. Setelah belajar materi bab ini, kamu diharapkan mampu *menggambarkan sistem koordinasi, alat indera, dan hubungannya dengan kesehatan.*





Kata-Kata Kunci

- Neuron
- Impuls
- Hipermetropi
- Miopi
- Presbiopi

Soal Prasyarat

- ☺ Apa yang dimaksud dengan sistem saraf?
- ☺ Apa yang dimaksud dengan alat indera?
- ☺ Sebutkan alat indera manusia.
- ☺ Apakah setiap alat indera mempunyai fungsi yang sama?



A. Sistem Saraf pada Manusia



Apakah yang dimaksud dengan sistem saraf? Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari reseptor untuk dideteksi dan direpson oleh tubuh. Sistem saraf memungkinkan makhluk hidup tanggap dengan cepat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan luar maupun dalam.

Untuk menanggapi rangsangan, ada tiga komponen yang harus dimiliki oleh sistem saraf, yaitu:

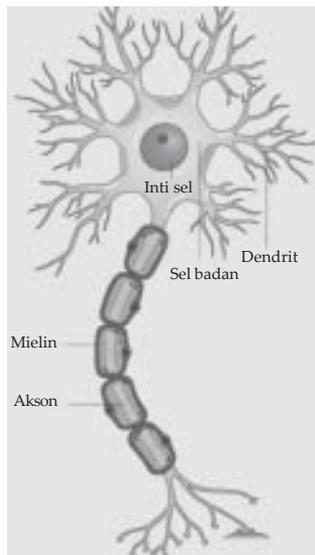
- ❑ **Reseptor**, adalah alat penerima rangsangan atau impuls. Pada tubuh kita yang bertindak sebagai reseptor adalah organ indera.
- ❑ **Penghantar impuls**, dilakukan oleh saraf itu sendiri. Saraf tersusun dari berkas serabut penghubung (akson). Pada serabut penghubung terdapat sel-sel khusus yang memanjang dan meluas. Sel saraf disebut neuron.
- ❑ **Efektor**, adalah bagian yang menanggapi rangsangan yang telah diantarkan oleh penghantar impuls. Efektor yang paling penting pada manusia adalah otot dan kelenjar.

1. Sel Saraf (Neuron)

Sistem saraf terdiri atas sel-sel saraf yang disebut *neuron*. Neuron bergabung membentuk suatu jaringan untuk mengantarkan impuls (rangsangan). Satu sel saraf tersusun dari badan sel, dendrit, dan akson.

a. Badan sel

Badan sel saraf merupakan bagian yang paling besar dari sel saraf. Badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari dendrit dan meneruskannya ke akson. Pada badan sel saraf terdapat inti sel, sitoplasma, mitokondria, sentrosom, badan golgi, lisosom, dan badan nisel. Badan nisel merupakan kumpulan retikulum endoplasma tempat transportasi sintesis protein.



Gambar 3.1

Sel saraf.
Skala: 1 cm = 1 μ m.
(Sumber: scienceblogs)



b. Dendrit

Dendrit adalah serabut sel saraf pendek dan bercabang-cabang. Dendrit merupakan perluasan dari badan sel. Dendrit berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel.

c. Akson

Akson disebut neurit. Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan neurit? Neurit adalah serabut sel saraf panjang yang merupakan perjuluran sitoplasma badan sel. Di dalam neurit terdapat benang-benang halus yang disebut neurofibril. Neurofibril dibungkus oleh beberapa lapis selaput mielin yang banyak mengandung zat lemak dan berfungsi untuk mempercepat jalannya rangsangan. Selaput mielin tersebut dibungkus oleh sel-sel *sachwann* yang akan membentuk suatu jaringan yang dapat menyediakan makanan untuk neurit dan membantu pembentukan neurit. Lapisan mielin sebelah luar disebut neurilemma yang melindungi akson dari kerusakan. Bagian neurit ada yang tidak dibungkus oleh lapisan mielin. Bagian ini disebut dengan nodus ranvier dan berfungsi mempercepat jalannya rangsangan.

Tahukah kamu macam-macam sel saraf? Ada tiga macam sel saraf yang dikelompokkan berdasarkan struktur dan fungsinya, yaitu:

- a. **Sel saraf sensorik**, adalah sel saraf yang berfungsi menerima rangsangan dari reseptor yaitu alat indera.
- b. **Sel saraf motorik**, adalah sel saraf yang berfungsi mengantarkan rangsangan ke efektor yaitu otot dan kelenjar. Rangsangan yang diantarkan berasal atau diterima dari otak dan sumsum tulang belakang. Perbedaan struktur dan fungsi dari ketiga jenis sel saraf tersebut lebih jelasnya bisa dilihat pada **Tabel 3.1**.

c. Sel saraf penghubung

Sel saraf penghubung adalah sel saraf yang berfungsi menghubungkan sel saraf satu dengan sel saraf lainnya. Sel saraf ini banyak ditemukan di otak dan sumsum tulang belakang. Sel saraf yang dihubungkan adalah sel saraf sensorik dan sel saraf motorik.



Tabel 3.1. Perbedaan sel saraf sensorik, penghubung, dan motorik

| No. | Pembeda | Sensorik | Penghubung | Motorik |
|-----|----------------|---|------------------------------------|---|
| 1. | Ukuran dendrit | Panjang | Pendek | Pendek |
| 2. | Ukuran neurit | Panjang | Pendek | Panjang |
| 3. | Fungsi dendrit | Menerima rangsangan dari reseptor | Menerima dan merusak rangsangan | Menerima rangsangan dari sel saraf lain |
| 4. | Fungsi neurit | Meneruskan rangsangan ke sel saraf lain | Menerima dan meneruskan rangsangan | Meneruskan rangsangan ke efektor |

(Sumber: *Biology*, Boyle M dan Kathryn S)

Saraf yang satu dengan saraf lainnya saling berhubungan. Hubungan antara saraf tersebut disebut sinapsis. Sinapsis ini terletak antara dendrit dan neurit. Bentuk sinapsis seperti benjolan dengan kantung-kantung yang berisi zat kimia seperti asetilkolin (Ach) dan enzim kolinesterase. Zat-zat tersebut berperan dalam mentransfer impuls pada sinapsis.

2. Impuls

Impuls adalah rangsangan atau pesan yang diterima oleh reseptor dari lingkungan luar, kemudian dibawa oleh neuron. Impuls dapat juga dikatakan sebagai serangkaian pulsa elektrik yang menjalari serabut saraf. Tahukah kamu contoh dari rangsangan? Contoh rangsangan adalah sebagai berikut.

- Perubahan dari dingin menjadi panas.
- Perubahan dari tidak ada tekanan pada kulit menjadi ada tekanan.
- Berbagai macam aroma yang tercium oleh hidung.
- Suatu benda yang menarik perhatian.
- Suara bising.
- Rasa asam, manis, asin dan pahit pada makanan.

Impuls yang diterima oleh reseptor dan disampaikan ke efektor akan menyebabkan terjadinya gerakan atau perubahan pada efektor. Gerakan tersebut adalah sebagai berikut.


Lab Saku

Memahami Sel Saraf

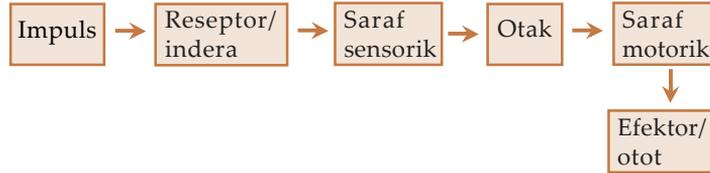
Gambar sel saraf pada buku kerjamu. Kemudian jelaskan bagian-bagian dari sel saraf tersebut di depan kelas berdasarkan pemahamanmu.



a. Gerak sadar

Gerak sadar atau gerak biasa adalah gerak yang terjadi karena disengaja atau disadari. Impuls yang menyebabkan gerakan ini disampaikan melalui jalan yang panjang. Bagannya adalah sebagai berikut.

Gambar 3.2
Bagan terjadinya gerak standar.



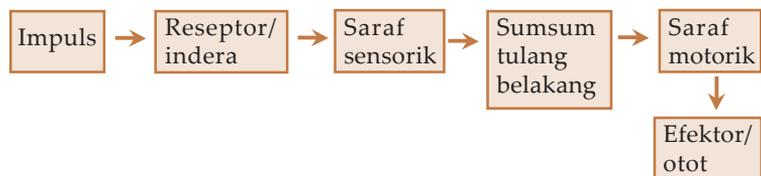
Contohnya dapat kamu pahami pada uraian berikut.

Ani melihat sekuntum bunga yang sangat indah. Rangsangan berupa penglihatan tersebut diterima oleh reseptor yaitu mata, kemudian rangsangan akan diterima oleh sel saraf sensori. Kemudian sel saraf sensori akan membawa rangsangan ke sel saraf penghubung dalam sumsum tulang belakang lalu diteruskan ke otak. Impuls akan diolah di dalam otak sehingga Ani bisa memutuskan apa yang akan dia lakukan. Hasil olahan impuls dibawa oleh sel saraf motorik ke efektor, misalnya tangan. Karena Ani tertarik dengan bunga yang indah, maka terjadi gerakan tangan (efektor) mengambil bunga sebagai respons dari rangsangan yang ditangkap oleh matanya.

b. Gerak refleks

Gerak refleks adalah gerak yang tidak disengaja atau tidak disadari. Impuls yang menyebabkan gerakan ini disampaikan melalui jalan yang sangat singkat dan tidak melewati otak. Bagannya sebagai berikut.

Gambar 3.3
Bagan terjadinya gerak refleks.



Tahukah kamu contoh dari gerak refleks? Apakah kamu pernah melakukan gerak refleks? Contoh gerak refleks adalah sebagai berikut.

- ☉ Terangkatnya kaki jika terinjak sesuatu.



- ☉ Gerakan menutup kelopak mata dengan cepat jika ada benda asing yang masuk ke mata.
- ☉ Menutup hidung pada waktu mencium bau yang sangat busuk.
- ☉ Gerakan tangan menangkap benda yang tiba-tiba terjatuh.
- ☉ Gerakan tangan melepaskan benda yang bersuhu tinggi.

Kegiatan 1

Mengetahui dan Mempelajari Gerak Refleks

Alat dan bahan

- palu karet
- es batu
- kantong plastik

Cara kerja

1. Masukkan batu es ke dalam plastik, kemudian tempelkan ke pipi temanmu. Amati gerakan temanmu tersebut dan tanyakan pada temanmu gerakannya disengaja atau tidak.
2. Minta temanmu duduk di kursi, kemudian pukul lututnya dengan palu karet. Lakukan dengan hati-hati! Amati gerakan temanmu tersebut setelah dipukul, dan tanyakan gerakan tersebut disengaja atau tidak.

Analisis dan diskusi

1. Dari hasil kegiatanmu, gerakan yang dilakukan oleh temanmu termasuk gerakan apa?
2. Bagaimana perjalanan impuls pada gerakan tersebut hingga sampai pada efektor?
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu di atas.

3. Susunan Sistem Saraf

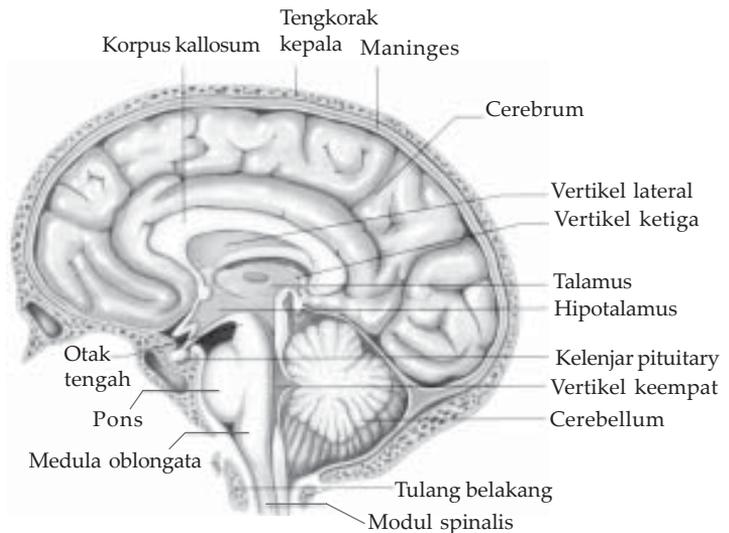
Kamu telah mengenal sel saraf pada pelajaran sebelumnya. Di dalam tubuh kita terdapat miliaran sel saraf yang membentuk sistem saraf. Tahukah kamu susunan sistem saraf pada manusia? Sistem saraf manusia tersusun dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sedangkan sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf somatis dan sistem saraf otonom.

a. Sistem saraf pusat

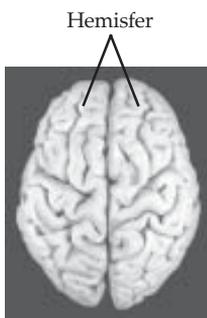
1) Otak

Otak merupakan alat tubuh yang sangat penting dan sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia. Otak terletak di dalam rongga tengkorak, beratnya lebih kurang 1/50 dari berat badan. Bagian utama otak adalah otak besar (*Cerebrum*), otak kecil (*Cerebellum*), dan batang otak.

Gambar 3.4
Bagian-bagian otak manusia.
(Sumber: Biologi, Mader S.S)



Gambar 3.5
Hemister kanan dan kiri pada otak besar.
(Sumber: www.morphonix.com)



Otak besar merupakan pusat pengendali kegiatan tubuh yang disadari. Tahukah kamu kegiatan tubuh yang disadari? Berpikir, berbicara, melihat, bergerak, mengingat, dan mendengar termasuk kegiatan tubuh yang disadari. Otak besar dibagi menjadi dua belahan, yaitu belahan kanan dan belahan kiri.



Masing-masing belahan pada otak tersebut disebut hemister. Otak besar belahan kanan mengatur dan mengendalikan kegiatan tubuh sebelah kiri, sedangkan otak belahan kiri mengatur dan mengendalikan bagian tubuh sebelah kanan.

Otak kecil terletak di bagian belakang otak besar, tepatnya di bawah otak besar. Otak kecil terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan luar berwarna kelabu dan lapisan dalam berwarna putih. Otak kecil dibagi menjadi dua bagian, yaitu belahan kiri dan belahan kanan yang dihubungkan oleh jembatan varol. Apa fungsi dari otak kecil? Otak kecil berfungsi sebagai pengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasikan kerja otot ketika seseorang akan melakukan kegiatan.

Batang otak tersusun dari medula oblongata, pons, dan otak tengah. Batang otak terletak di depan otak kecil, di bawah otak besar, dan menjadi penghubung antara otak besar dan otak kecil. Batang otak disebut dengan sumsum lanjutan atau sumsum penghubung. Batang otak terbagi menjadi dua lapis, yaitu lapisan dalam dan luar berwarna kelabu karena banyak mengandung neuron. Lapisan luar berwarna putih, berisi neurit dan dendrit. Fungsi dari batang otak adalah mengatur refleks fisiologis, seperti kecepatan napas, denyut jantung, suhu tubuh, tekanan, darah, dan kegiatan lain yang tidak disadari.

2) Sumsum tulang belakang

Sumsum tulang belakang terletak memanjang di dalam rongga tulang belakang, mulai dari ruas-ruas tulang leher sampai ruas-ruas tulang pinggang yang kedua. Sumsum tulang belakang terbagi menjadi dua lapis, yaitu lapisan luar berwarna putih dan lapisan dalam berwarna kelabu. Lapisan luar mengandung serabut saraf dan lapisan dalam mengandung badan saraf.

Di dalam sumsum tulang belakang terdapat saraf sensorik, saraf motorik, dan saraf penghubung. Fungsinya adalah sebagai penghantar impuls dari otak dan ke otak serta sebagai pusat pengatur gerak refleks.



 **Lab Saku**

Memahami Sistem Saraf Tepi

Kamu telah belajar tentang sistem saraf tepi. Coba kamu gambar sistem saraf tepi manusia beserta bagian-bagiannya. Kamu dapat mencari contohnya pada buku atau download di internet.

b. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi tersusun dari semua saraf yang membawa pesan dari dan ke sistem saraf pusat. Kerjasama antara sistem pusat dan sistem saraf tepi membentuk perubahan cepat dalam tubuh untuk merespon rangsangan dari lingkunganmu. Sistem saraf ini dibedakan menjadi sistem saraf somatis dan sistem saraf otonom.

1) Sistem saraf somatis

Tahukah kamu bahwa sistem saraf somatis disebut juga dengan sistem saraf sadar? Sistem saraf somatis terdiri dari 12 pasang saraf kranial dan 31 pasang saraf sumsum tulang belakang. Kedua belas pasang saraf otak akan menuju ke organ tertentu, misalnya mata, hidung, telinga, dan kulit. Saraf sumsum tulang belakang keluar melalui sela-sela ruas tulang belakang dan berhubungan dengan bagian-bagian tubuh, antara lain kaki, tangan, dan otot lurik.

Saraf-saraf dari sistem somatis menghantarkan informasi antara kulit, sistem saraf pusat, dan otot-otot rangka. Proses ini dipengaruhi saraf sadar, berarti kamu dapat memutuskan untuk menggerakkan atau tidak menggerakkan bagian-bagian tubuh di bawah pengaruh sistem ini. Tahukah kamu contoh dari sistem saraf somatis? Contoh dari sistem saraf somatis adalah sebagai berikut.

- ❖ Ketika kita mendengar bel rumah berbunyi, isyarat dari telinga akan sampai ke otak. Otak menterjemahkan pesan tersebut dan mengirimkan isyarat ke kaki untuk berjalan mendekati pintu dan mengisyaratkan ke tangan untuk membukakan pintu.
- ❖ Ketika kita merasakan udara di sekitar kita panas, kulit akan menyampaikan informasi tersebut ke otak. Kemudian otak mengisyaratkan pada tangan untuk menghidupkan kipas angin.
- ❖ Ketika kita melihat kamar berantakan, mata akan menyampaikan informasi tersebut ke otak, otak akan menterjemahkan informasi tersebut dan mengisyaratkan tangan dan kaki untuk bergerak membersihkan kamar.



2) Sistem saraf otonom

Pernahkah kamu kejatuhan cicak saat duduk santai? Apa yang kamu rasakan ketika kejatuhan cicak? Kamu kaget, ketakutan, dan menjerit keras. Jantungmu berdetak dengan cepat. Pikiranmu kacau. Reaksi yang membuat responmu dalam situasi ketakutan ini dikontrol oleh sistem saraf otonom. Sistem saraf otonom



Gambar 3.6

Kerja jantung diatur oleh saraf otonom.

(Sumber: Biologi, Mader S.S)

mengatur kerja jaringan dan organ tubuh yang tidak disadari atau yang tidak dipengaruhi oleh kehendak kita. Jaringan dan organ tubuh diatur oleh sistem saraf otonom adalah pembuluh darah dan jantung. Sistem saraf otonom terdiri atas sistem saraf simpatik dan sistem saraf parasimpatik.

Sistem saraf simpati disebut juga sistem saraf torakolumbar, karena saraf preganglion keluar dari tulang belakang toraks ke-1 sampai dengan ke-12. Sistem saraf ini berupa 25 pasang ganglion atau simpul saraf yang terdapat di sumsum tulang belakang. Fungsi dari sistem saraf simpatik adalah sebagai berikut.

- ❖ Mempercepat denyut jantung.
- ❖ Memperlebar pembuluh darah.
- ❖ Memperlebar bronkus.
- ❖ Mempertinggi tekanan darah
- ❖ Memperlambat gerak peristaltis.
- ❖ Memperlebar pupil.
- ❖ Menghambat sekresi empedu.
- ❖ Menurunkan sekresi ludah.
- ❖ Meningkatkan sekresi adrenalin.

Kamu sudah mengenal sistem saraf simpatik, bagaimana dengan sistem saraf parasimpatik? Apa yang kamu ketahui tentang parasimpatik? Sistem saraf parasimpatik disebut juga dengan sistem saraf kraniosakral, karena saraf preganglion keluar dari daerah otak dan daerah sakral. Susunan saraf parasimpatik berupa jaring-jaring yang berhubung-hubungan dengan ganglion yang



tersebar di seluruh tubuh. Urat sarafnya menuju ke organ tubuh yang dikuasai oleh susunan saraf simpatik. Sistem saraf parasimpatik memiliki fungsi yang berkebalikan dengan fungsi sistem saraf simpatik. Misalnya pada sistem saraf simpatik berfungsi mempercepat denyut jantung, sedangkan pada sistem saraf parasimpatik akan memperlambat denyut jantung.

Latihan 1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Ada berapa macam sel saraf pada sistem saraf manusia? Sebutkan.
2. Apa yang menjadi syarat sistem saraf untuk melakukan tugasnya sebagai jaringan yang berfungsi untuk menanggapi rangsangan?
3. Jelaskan gerakan-gerakan yang disebabkan oleh impuls.
4. Setiap makhluk hidup mempunyai otak, sebutkan bagian-bagian dari otak manusia dan jelaskan.
5. Sebutkan perbedaan sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Berikan masing-masing contohnya.

Bina Keterampilan

Setiap makhluk hidup mempunyai sistem saraf yang berbeda-beda satu sama lainnya. Sebutkan fungsi sistem saraf pada manusia yang kamu ketahui. Gunakan literatur yang ada di perpustakaan sekolahmu untuk menemukan informasi tersebut. Jika kamu mengalami kesulitan, maka bertanyalah pada gurumu.



B. Sistem Indera pada Manusia



Indera manusia terdiri atas organ-organ tubuh yang sangat peka terhadap rangsangan tertentu. Ada lima macam indera pada manusia, yaitu mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit. Kamu tidak asing dengan alat indera manusia tersebut. Apakah kelima alat indera yang kamu miliki berfungsi dengan baik? Bagaimana cara mengetahuinya jika kelima alat indera tersebut tidak berfungsi dengan baik? Kelima alat indera ini akan berfungsi dengan baik jika:

- saraf-saraf yang berfungsi membawa rangsangan bekerja dengan baik,
- otak sebagai pengolah informasi bekerja dengan baik,
- alat-alat indera tidak mempunyai kelainan bentuk dan fungsinya.

Kamu akan belajar lebih mendalam tentang alat-alat indera yang kamu miliki pada penjelasan berikut.

1. Mata

Kamu sudah tahu kalau mata manusia ada dua dan berfungsi untuk melihat. Bagaimana cara kerja mata sampai mata kita dapat melihat dengan jelas? Adakah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerja mata? Mata adalah organ penglihatan yang menerima rangsangan berupa cahaya. Bola mata terletak di dalam rongga mata dan beralaskan lapisan lemak. Bola mata dapat bergerak dan diarahkan kesuatu arah dengan bantuan tiga otot penggerak mata, yaitu:

- Muskulus rektus okuli medial (otot di sekitar mata), berfungsi menggerakkan bola mata.
- Muskulus obliques okuli inferior, berfungsi menggerakkan bola mata ke bawah dan ke dalam.
- Muskulus obliques okuli superior, berfungsi memutar mata ke atas dan ke bawah.

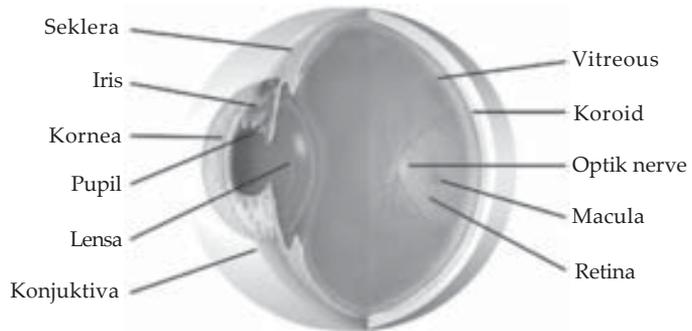
Selain itu, ada otot mata yang berfungsi menutup mata dan mengangkat kelopak mata. Otot yang berfungsi untuk menutup mata yaitu muskulus orbikularis okuli dan muskulus rektus okuli inferior. Sedangkan otot mata yang berfungsi



mengangkat kelopak mata, yaitu muskulus levator palpebralis superior.

a. Bagian-bagian mata

Tahukah kamu bagian-bagian dari mata? Coba kamu perhatikan gambar berikut.



Gambar 3.7

Bola mata dan bagian-bagiannya.

(Sumber: www.silukeseve/Anatomy.asp)

Bola mata tersusun oleh selaput mata yang terdiri atas tiga lapisan, yaitu sklera atau selaput putih, koroid atau selaput hitam, dan retina atau selaput jala.

1) Selaput putih

Selaput putih (sklera) adalah bagian luar dari bola mata yang tersusun dari zat tanduk dan merupakan lapisan yang kuat, berwarna putih. Fungsi dari selaput ini adalah melindungi struktur mata yang sangat halus dan membantu mempertahankan bentuk biji mata.

Sklera akan membentuk kornea. Apa yang dimaksud dengan kornea? *Kornea* adalah lapisan bening dan transparan yang berfungsi menerima cahaya yang masuk ke mata. Kornea dilindungi oleh selaput tipis yang disebut konjungtiva. Kornea selalu dibasahi oleh air mata.

2) Selaput hitam

Selaput hitam (koroid) merupakan lapisan tengah dari bola mata yang banyak mengandung pembuluh darah. Fungsi dari selaput ini adalah memberi nutrisi dan oksigen ke mata serta menyerap cahaya dan mengurangi cahaya yang memantul di sekitar mata bagian dalam. Pada koroid terdapat iris yang membentuk warna mata, pupil, lensa mata, titik dekat mata, dan titik jauh mata.



Iris adalah selaput mata yang merupakan lanjutan dari selaput hitam bagian depan bola mata yang telah melepaskan diri. Iris atau selaput pelangi memiliki pigmen atau warna yang akan menentukan warna mata seseorang, yaitu warna mata biru, hitam, cokelat, abu-abu, dan hijau.

Pupil adalah celah yang berada di bagian tengah iris. Fungsinya adalah untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk ke mata. Jika cahaya redup, otot-otot iris berkontraksi sehingga celah pupil melebar dan cahaya yang masuk ke mata lebih banyak. Sebaliknya, jika cahaya terang celah pupil akan menyempit dan cahaya yang masuk ke mata lebih sedikit atau tidak berlebihan.

Tahukah kamu dimanakah letak lensa mata? Lensa mata berada di belakang iris. Lensa mata memiliki daya akomodasi, yaitu kemampuan untuk mencembung (menebal) dan mencekung (menipis). Mencembung dan mencekungnya lensa mata ditentukan oleh jarak benda yang dilihat. Jarak benda yang dapat dilihat oleh mata normal dengan jelas disebut dengan titik dekat mata. Sedangkan jarak terjauh yang masih dapat dilihat oleh mata normal dengan jelas disebut titik jauh mata. Jarak titik jauh pada mata normal adalah tak terhingga.

3) Selaput Jala

Selaput jala disebut juga retina. Retina adalah lapisan paling dalam pada mata yang peka terhadap cahaya. Retina ini memiliki sel-sel saraf. Pada retina terdapat bintik kuning dan bintik buta.

Bintik kuning adalah bagian retina yang paling peka terhadap cahaya karena merupakan tempat berkumpul sel-sel saraf yang berbentuk cerucut dan batang. Kita bisa melihat apabila bayangan jatuh pada titik ini.

Pada bintik kuning terdapat sel kerucut dan sel batang. Tahukah kamu fungsi dari sel kerucut dan sel batang?

- ❖ Sel kerucut berfungsi untuk melihat di tempat yang terang. Sel ini memerlukan protein iodopsin.



- ❖ Sel batang berfungsi untuk melihat di tempat yang gelap. Sel ini memerlukan protein mata yang disebut rodopsin. Rodopsin dapat terbentuk apabila terjadi penggabungan iodopsin dan vitamin A.

Jika kita berpindah dari tempat terang ke tempat teduh, maka kita tidak dapat melihat dengan jelas beberapa saat. Hal itu terjadi karena pada waktu di tempat teduh diperlukan protein rodopsin yang merupakan penggabungan antara iodopsin dan vitamin A. Untuk pembentukan rodopsin tersebut diperlukan waktu sehingga sebelum rodopsin terbentuk kita tidak bisa melihat dengan jelas untuk beberapa saat di tempat teduh.

Bintik buta adalah bintik pertemuan saraf-saraf atau tempat keluarnya saraf mata menuju otak. Bintik buta tidak mengandung sel batang dan sel kerucut sehingga tidak dapat menanggapi rangsangan cahaya.

b. Proses melihat

Bagaimana proses mata bisa melihat? Tahukah kamu caranya mata bisa melihat? Mata bisa melihat benda karena adanya cahaya yang dipantulkan oleh benda tersebut ke mata. Jika tidak ada cahaya yang dipantulkan benda, maka mata tidak bisa melihat benda tersebut. Proses mata melihat benda adalah sebagai berikut.

- 1) Cahaya yang dipantulkan oleh benda di tangkap oleh mata, menembus kornea dan diteruskan melalui pupil.
- 2) Intensitas cahaya yang telah diatur oleh pupil diteruskan menembus lensa mata.
- 3) Daya akomodasi pada lensa mata mengatur cahaya supaya jatuh tepat di bintik kuning.
- 4) Pada bintik kuning, cahaya diterima oleh sel kerucut dan sel batang, kemudian disampaikan ke otak.
- 5) Cahaya yang disampaikan ke otak akan diterjemahkan oleh otak sehingga kita bisa mengetahui apa yang kita lihat.

c. Gangguan pada mata

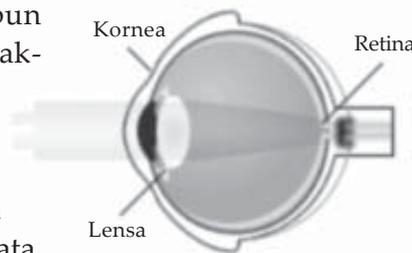
Pernahkah kamu menjumpai anak pakai kaca mata? Tahukah kamu mengapa anak tersebut pakai kaca mata?



Keadaan mata setiap anak berbeda-beda. Ada mata normal dan mata tidak normal. Mata tidak normal berarti mempunyai kelainan. Bagaimana tanda-tanda orang jika matanya mempunyai kelainan? Apakah orang tersebut dapat melihat dengan jelas? Seseorang tidak bisa melihat suatu benda yang seharusnya dapat dilihat dengan mata normal, itu bertanda mata orang tersebut mengalami gangguan berupa kelainan pada mata. Orang yang bisa melihat dengan normal tanpa bantuan kaca mata disebut emetropi. Ada beberapa kelainan pada mata, yaitu:

1) Rabun dekat

Rabun dekat disebut hipermetropi. Rabun dekat adalah ketidakmampuan mata untuk melihat benda yang dekat. Hal ini disebabkan oleh ukuran bola mata



Gambar 3.8

Bayangan benda jatuh di belakang retina.

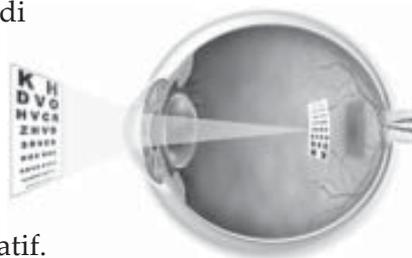
(Sumber: www.sultanoptik.com)

yang pendek sehingga bayangan jatuh di belakang retina. Kebiasaan membaca buku terlalu dekat dan sambil tiduran akan mempercepat timbulnya cacat mata. Rabun dekat dapat diatasi dengan menggunakan kaca mata berlensa cembung. Lensa cembung merupakan lensa positif

2) Rabun jauh

Rabun jauh adalah ketidakmampuan mata untuk melihat benda yang berjarak jauh. Rabun jauh disebut miopi. Apa penyebab rabun jauh? Penyebab rabun jauh adalah ukuran bola mata terlalu panjang dari ukuran normal sehingga

bayangan benda jatuh di depan retina. Rabun jauh dapat diatasi dengan menggunakan kaca mata berlensa cekung. Lensa cekung merupakan lensa negatif.



Gambar 3.9

Bayangan benda jatuh di depan retina.

(Sumber: www.eyemlink.com)



- 3) Rabun jauh dan dekat
Rabun jauh dan dekat disebut juga presbiopi atau rabun tua. Mengapa presbiopi dikatakan rabun tua? Karena kelainan mata ini biasanya diderita oleh orang yang sudah tua atau kira-kira berumur di atas 45 tahun. Penderita presbiopi tidak mampu melihat benda yang terlalu jauh dan terlalau dekat. Supaya penderita presbiopi dapat melihat dengan jelas, maka dibutuhkan kaca mata rangkap, yaitu kaca mata cembung dan cekung.
- 4) Rabun senja
Rabun senja atau rabun ayam adalah ketidakmampuan mata untuk melihat benda yang berada di tempat remang-remang dan di malam hari. Gangguan ini disebabkan oleh kekurangan vitamin A, sehingga sel batang tidak berfungsi karena protein rodopsin tidak terbentuk. Orang yang menderita rabun senja harus banyak mengonsumsi makanan yang banyak mengandung vitamin A.
- 5) Buta warna
Buta warna adalah ketidakmampuan mata untuk membedakan warna. Penyakit ini bersifat menurun. Buta warna ada dua macam, yaitu buta warna total dan buta warna separuh. Tahukah kamu perbedaan antara buta warna total dengan buta warna separuh? Buta warna total hanya mampu melihat warna hitam putih saja. Sedangkan buta warna separuh tidak bisa melihat warna tertentu, yaitu merah, biru, dan hijau.
- 6) Katarak
Katarak atau bular mata merupakan gangguan penglihatan. Penyebab katarak adalah lensa mata keruh sehingga menghalangi masuknya cahaya pada retina. Penderita ini umumnya berumur di atas 55 tahun. Kelainan mata ini dapat diatasi dengan operasi mata.
- 7) Juling
Juling adalah kelainan mata yang disebabkan oleh ketidakserasian otot-otot mata. Jika penderitanya masih anak-anak, maka dapat diperbaiki dengan jalan operasi.



8) Astigmatisme

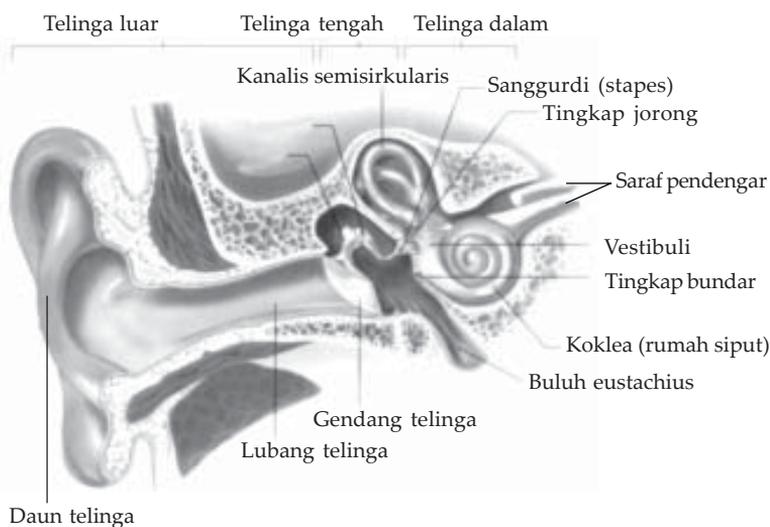
Astigmatisme atau mata silindris adalah gangguan mata yang disebabkan oleh ukuran lensa mata atau kornea tidak rata. Penderita gangguan ini tidak mampu melihat garis vertikal dan horisontal. Gangguan mata ini dapat diatasi dengan menggunakan kaca mata yang berlensa silindris.

2. Telinga

Telinga merupakan alat indera yang peka terhadap rangsangan berupa gelombang suara. Telinga manusia mampu mendengar suara dengan frekuensi antara 20-20.000 Hz. Tahukah kamu fungsi dari telinga? Selain sebagai alat pendengaran, telinga juga berfungsi menjaga keseimbangan tubuh manusia.

a. Bagian-bagian telinga

Pernahkah kamu memperhatikan telinga temanmu? Apakah telinga temanmu terdiri atas beberapa bagian? Coba kamu perhatikan gambar berikut.



Gambar 3.10
Bagian-bagian telinga.
(Sumber: Biology, Mader S.S)

Telinga manusia dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu bagian luar, bagian tengah, dan bagian dalam.

1) Telinga bagian luar

Telinga bagian luar terdiri atas:

- ❖ **Daun telinga**, berfungsi untuk menampung getaran.



- ❖ **Saluran telinga luar atau lubang telinga**, berfungsi menyalurkan getaran.
- ❖ **Kelenjar minyak**, berfungsi menyaring udara yang masuk sebagai pembawa gelombang suara.
- ❖ **Membran timpani atau selaput gendang**, berfungsi menerima dan memperbesar getaran suara.

2) Telinga bagian tengah

Telinga bagian tengah terletak di sebelah dalam membran timpani. Fungsi dari telinga bagian tengah adalah untuk meneruskan getaran dari suara telinga bagian luar ke telinga bagian dalam. Pada telinga tengah terdapat saluran Eustachius dan tiga tulang pendengaran.

- ❖ Saluran Eustachius, berfungsi untuk mengurangi tekanan udara di telinga tengah sehingga tekanan udara di luar dan di dalam akan sama. Keseimbangan tekanan ini akan menjaga gendang telinga supaya tidak rusak. Saluran ini akan tertutup dalam keadaan biasa, dan akan terbuka jika kita menelan sesuatu.
- ❖ Tulang pendengaran, berfungsi untuk mengantarkan dan memperbesar getaran ke telinga bagian dalam. Tulang pendengaran ada tiga, yaitu tulang martil, tulang landasan, dan tulang sanggurdi. Tulang-tulang ini menghubungkan gendang telinga dan tingkap jorong.

3) Telinga bagian dalam

Telinga bagian dalam berfungsi mengantarkan getaran suara ke pusat pendengaran oleh urat saraf. Penyusun telinga bagian dalam adalah sebagai berikut.

- ❖ Tingkap jorong, berfungsi menerima dan menyampaikan getaran.
- ❖ Rumah siput, berfungsi menerima, memperbesar, dan menyampaikan getaran suara ke saraf pendengaran. Di dalam saluran rumah siput terdapat cairan limfe dan terdapat ujung-ujung saraf pendengaran.
- ❖ Tiga saluran setengah lingkaran, berfungsi sebagai alat untuk mengetahui posisi tubuh dan menjaga keseimbangan.



b. Proses mendengar

Pernahkah kamu berpikir mengapa telinga bisa mendengar? Bagaimana proses pendengaran yang terjadi di dalam telinga? Suara yang kita dengar akan ditangkap oleh daun telinga, kemudian sampai ke gendang telinga sehingga membuat gendang telinga bergetar. Getaran ini diteruskan oleh tiga tulang pendengaran ke tingkap jorong dan diteruskan ke rumah siput. Di dalam rumah siput, cairan limfe akan bergetar sehingga merangsang ujung-ujung saraf pendengaran dan menimbulkan impuls saraf yang ditujukan ke otak. Di dalam otak, impuls tersebut akan diolah sehingga kita bisa mendengar dan mengenali suara tersebut.

c. Gangguan pada telinga

Gangguan pada telinga menyebabkan ketulian atau kekurangtajaman pendengaran. Apa penyebab dari gangguan telinga tersebut? Ada dua penyebab gangguan telinga, yaitu gangguan penghantar bunyi dan gangguan saraf. Gangguan telinga yang disebabkan oleh gangguan saraf dan gangguan penghantar bunyi bisa diatasi menggunakan alat pendengaran buatan. Alat ini mampu memperbesar gelombang suara sebelum suara masuk ke telinga. Ada bermacam gangguan telinga, yaitu:

- ☉ Gangguan telinga disebabkan oleh luka pada telinga bagian luar yang telah terinfeksi atau otitis sehingga mengeluarkan nanah. Gangguan ini dapat bersifat permanent jika terjadi infeksi yang sangat parah. Penderita ini harus segera memeriksakan telinganya pada dokter supaya bisa cepat disembuhkan.
- ☉ Penumpukan kotoran sehingga menghalangi getaran suara untuk sampai ke gendang telinga. Oleh karena itu, kita harus membersihkan telinga dari kotoran dengan kapas minimal satu kali dalam seminggu.
- ☉ Kerusakan gendang telinga, misalnya gendang telinga pecah. Pecahnya gendang telinga bisa disebabkan oleh dua hal, yaitu kapasitas suara yang didengar terlalu kuat dan terkena suatu benda yang tajam, misalnya membersihkan telinga dengan peniti atau lidi sehingga menyentuh gendang telinga dan menyebabkan gendang telinga menjadi sobek. Gendang telinga sangat tipis sekali.

 **Lab Saku**

Fungsi Telinga

Pejamkan mata, kemudian putar tubuhmu sebanyak 10 kali putaran. Kemudian buka mata dan berjalan menuju arah tertentu. Apa yang kamu rasakan saat kamu membuka mata setelah berputar?

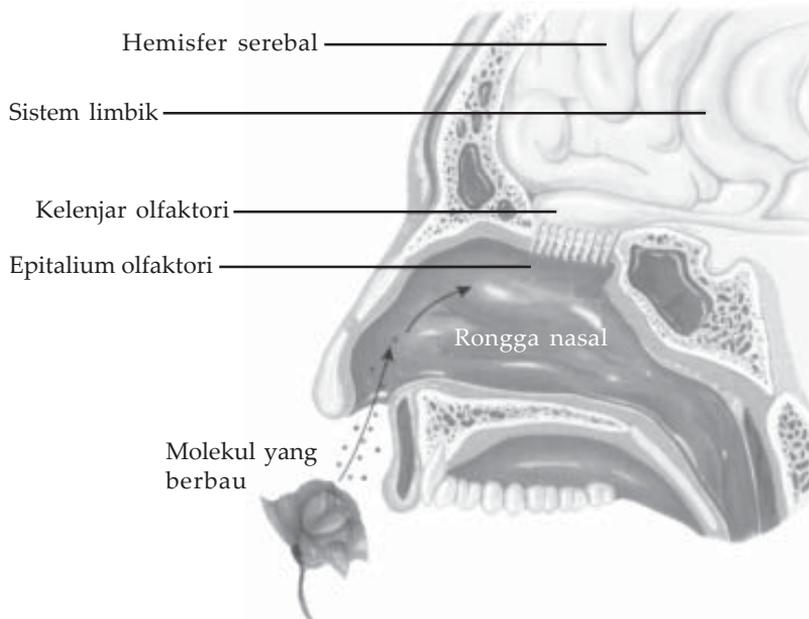
Jelaskan mengapa hal tersebut terjadi.



- ☉ Otosklerosis, adalah kelainan pada tulang sanggurdi yang ditandai dengan gejala tinitus (dering pada telinga) ketika masih kecil.
- ☉ Presbikusis, adalah perusakan pada sel saraf telinga yang terjadi pada usia manula.
- ☉ Rusaknya reseptor pendengaran pada telinga bagian dalam akibat dari mendengarkan suara yang amat keras.

3. Hidung

Hidung adalah alat indera yang menanggapi rangsangan berupa bau atau zat kimia yang berupa gas. Di dalam rongga hidung terdapat serabut saraf pembau yang dilengkapi dengan sel-sel pembau. Setiap sel pembau mempunyai rambut-rambut halus (silia olfaktori) di ujungnya dan diliputi oleh selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembab rongga hidung.



Gambar 3.11
Bagian-bagian hidung
(Sumber: Biology, Mader S.S.)

Pada saat kita bernapas, zat kimia yang berupa gas ikut masuk ke dalam hidung kita. Zat kimia yang merupakan sumber bau akan dilarutkan pada selaput lendir, kemudian akan merangsang rambut-rambut halus pada sel pembau. Sel pembau akan meneruskan rangsangan ini ke otak dan akan diolah sehingga kita bisa mengetahui jenis bau dari zat kimia tersebut.



Gangguan pada hidung biasanya disebabkan oleh radang atau sakit pilek yang menghasilkan lendir atau ingus sehingga menghalangi bau mencapai ujung saraf pembau. Gangguan lain juga bisa disebabkan oleh adanya kotoran pada hidung dan bulu hidung yang terlalu banyak. Kita harus selalu membersihkan hidung dari kotoran dan merapikan bulubulunya supaya penciuman kita tidak terganggu.

Kegiatan 2

Indera Pembau

Alat dan bahan

- wewangian
- sabun
- kopi
- teh
- bunga mawar dan melati
- kaca

Cara kerja

1. Menutup mata temanmu dengan sapu tangan, kemudian mendekatkan bahan satu persatu ke hidungnya dan suruh mereka menebak nama bahan tersebut. Catat hasilnya!
2. Langkah nomor satu dilakukan pada teman yang lain secara bergantian.
3. Semprotkan wewangian di ruangan dan ulangi langkah satu dan dua. Catat hasilnya.

Analisis dan diskusi

1. Apakah temanmu menebak nama bahan dengan benar pada langkah satu?
2. Apakah temanmu menebak nama bahan dengan benar setelah ruangan disemprot dengan wewangian?
3. Apa kesimpulan dari kegiatanmu?



4. Lidah

Apa yang kamu rasakan ketika kamu minum teh manis? Apa yang kamu rasakan ketika kau minum obat dalam bentuk tablet? Kamu bisa merasakan rasa teh manis dan obat karena adanya indera perasa.

Lidah adalah alat indera yang peka terhadap rangsangan berupa zat kimia larutan. Lidah memiliki otot yang tebal, permukaannya dilindungi oleh lendir dan penuh dengan bintil-bintil. Kita dapat merasakan rasa pada lidah karena terdapat reseptor yang dapat menerima rangsangan. Reseptor itu adalah vavila pengecap atau kuncup pengecap. Kuncup pengecap merupakan kumpulan ujung-ujung saraf yang terdapat pada bintil-bintil lidah. Tidak semua bagian lidah peka terhadap zat kimia dan daerahnya juga khusus untuk rasa tertentu.

Tabel 3.2. Letak kuncup pengecap rasa pada lidah

| Rasa | Letak kuncup pengecap |
|-------|-----------------------------------|
| Manis | Ujung lidah |
| Asin | Samping lidah pada bagian ujung |
| Asam | Samping lidah pada bagian pangkal |
| Pahit | Pangkal lidah |

(Sumber: *Biology*, Boyle M dan Kathryn S)

Pada saat kita makan sambal, kita sering merasakan kepedasan. Rasa pedas bukan hasil dari kepekaan rasa pada kuncup pengecap. Tetapi merupakan suhu panas pada papilla sehingga mengembang dan menyebabkan timbulnya rasa pedas.

Gangguan pada lidah bisa disebabkan oleh makan atau minum sesuatu yang bersuhu terlalu tinggi dan terlalu rendah sehingga lidah mati rasa. Gangguan ini hanya bersifat sementara. Gangguan yang bersifat permanent misalnya terjadi pada orang yang mengalami trauma pada bagian tertentu otak. Pada lidah juga sering terjadi iritasi karena luka atau kekurangan vitamin C.



Kegiatan 3

Indera Pengecap

Alat dan bahan

- larutan gula
- larutan asam cuka
- larutan garam
- larutan vanili
- kapas isap
- 4 buah tusuk gigi yang sudah di pasang kapas pada ujungnya

Cara kerja

1. Keringkan lidah dengan kapas isap.
2. Celupkan tusuk gigi satu persatu pada masing-masing larutan.
3. Usapkan masing-masing larutan pada lidah bagian pangkal, ujung, samping pangkal, samping ujung, dan di tengah-tengah lidah dengan menggunakan tusuk gigi. Catatlah dibagian mana kamu bisa merasakan rasa larutan tersebut dengan menggunakan tabel berikut.

Tabel Hasil Pengamatan

| No. | Larutan | Ujung lidah | Tepi ujung lidah | Tepi pangkal lidah | Pangkal lidah | Tengah lidah |
|-----|--------------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------|--------------|
| 1 | Larutan gula (manis) | | | | | |
| 2 | Larutan asam cuka (asam) | | | | | |
| 3 | Larutan garam (asin) | | | | | |
| 4 | Larutan vanila (pahit) | | | | | |

Analisis dan diskusi

1. Mengapa dalam percobaan yang digunakan sebagai perangsang rasa dalam bentuk larutan?
2. Apakah semua bagian lidah dapat merasakan rasa yang sama? Mengapa?

5. Kulit

Kulit adalah alat indera yang peka terhadap rangsangan berupa sentuhan, tekanan, panas, dingin, dan nyeri atau sakit. Kepekaan tersebut disebabkan karena adanya ujung-ujung saraf yang ada pada kulit. Biasanya ujung saraf indera peraba ada dua macam, yaitu ujung saraf bebas yang mendeteksi rasa nyeri atau sakit, dan ujung saraf yang berselaput (berpapilia). Ujung saraf yang berselaput ada lima macam, bisa kamu lihat dalam tabel berikut.

Tabel 3.3. Ujung saraf yang berselaput dan rangsangannya

| Ujung saraf berselaput | Rangsangan |
|------------------------|------------|
| Korpuskel pacini | Tekanan |
| Korpuskel ruffini | Panas |
| Korpuskel krause | Dingin |
| Korpuskel meissner | Sentuhan |

(Sumber: *Biology, Moder S.S*)

Latihan

2

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Tanpa kita sadari mata kita mempunyai tiga penggerak otot mata. Jelaskan ketiga penggerak otot mata tersebut.
2. Pak Amrul sudah lanjut usia. Beliau tidak bisa membaca koran dengan jelas. Dapatkah kamu memberi saran pada Pak Amrul supaya beliau dapat membaca koran dengan jelas? Saran apa yang kamu berikan pada Pak Amrul?
3. Berikan contoh gangguan telinga yang sering terjadi di lingkungan tempat tinggalmu. Bagaimana cara mengatasi gangguan telinga tersebut?
4. Apa yang dimaksud dengan otosklerosis?
5. Ratna gemar makan buah-buahan. Dia membeli jeruk di pasar tradisional. Jeruk yang Ratna makan rasanya asam. Mengapa Ratna bisa merasakan rasa asam dari jeruk? Jelaskan.





Kamu telah belajar tentang alat indera. Pada pelajaran sebelumnya telah diberikan bagian-bagian telinga sebagai alat indera pendengar, mata sebagai alat indera penglihat, dan hidung sebagai alat indera pembau. Sekarang gambarkan struktur dari alat indera pengecap, yaitu lidah dan jelaskan fungsi dari bagian-bagiannya. Jika kamu kesulitan kamu dapat mencarinya di dalam buku atau akses internet. Hasilnya dapat kamu diskusikan di depan kelas.



Rangkuman



1. Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari reseptor untuk dideteksi dan direspon oleh tubuh.
2. Untuk menanggapi rangsangan, ada tiga komponen yang harus dimiliki oleh sistem saraf, yaitu
 - ▣ reseptor,
 - ▣ penghantar impuls, dan
 - ▣ efektor.
3. Impuls adalah rangsangan atau pesan yang diterima oleh reseptor dari lingkungan luar, kemudian dibawa oleh neuron. Impuls dapat juga dikatakan sebagai serangkaian pulsa elektrik yang menjalar di serabut saraf.
4. Impuls yang diterima oleh reseptor dan disampaikan ke efektor akan menyebabkan terjadinya gerakan atau perubahan pada efektor. Gerakan tersebut yaitu gerak sadar dan gerak tidak sadar. Gerak tidak sadar disebut gerak refleks.
5. Sistem saraf manusia tersusun dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang. Sedangkan sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf somatis dan sistem saraf otonom.
6. Sistem saraf simpatik pada sistem saraf otonom mempunyai fungsi sebagai berikut.
 - ▣ Mempercepat denyut jantung.
 - ▣ Memperlebar pembuluh darah.



- ▣ Memperlebar bronkus.
 - ▣ Mempertinggi tekanan darah
 - ▣ Memperlambat gerak peristaltis.
 - ▣ Memperlebar pupil.
 - ▣ Menghambat sekresi empedu.
 - ▣ Menurunkan sekresi ludah.
 - ▣ Meningkatkan sekresi adrenalin.
7. Ada lima macam indera pada manusia, yaitu mata, telinga, hidung, lidah, dan kulit. Kelima indera ini akan berfungsi dengan baik apabila:
- ▣ saraf-saraf yang berfungsi membawa rangsangan bekerja dengan baik,
 - ▣ otak sebagai pengolah informasi bekerja dengan baik,
 - ▣ alat-alat indera tidak mempunyai kelainan bentuk dan fungsinya.
8. Rasa pedas bukan hasil dari kepekaan rasa pada kuncup pengecap, tetapi merupakan suhu panas pada papilla sehingga mengembang dan menyebabkan timbulnya rasa pedas.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Bagian sel saraf yang membungkus akson dan berfungsi sebagai isolator adalah
 - a. selaput mielin
 - b. sel sachwann
 - c. nodus ranvier
 - d. inti sel sachwann
2. Bagian sel saraf yang berfungsi menghantarkan impuls ke badan sel adalah
 - a. neurit
 - b. dendrit
 - c. inti badan sel
 - d. sinaps
3. Letak indera pembau adalah di
 - a. langit-langit rongga hidung
 - b. dalam rongga hidung
 - c. bagian depan rongga hidung
 - d. bagian belakang rongga hidung
4. Sistem saraf pusat terdiri atas
 - a. otak dan serabut saraf
 - b. otak dan sumsum tulang belakang
 - c. serabut saraf dan sumsum tulang belakang
 - d. otak besar, otak kecil, dan sumsum tulang belakang
5. Indera yang juga berfungsi sebagai alat keseimbangan adalah
 - a. mata
 - b. otak kecil
 - c. telinga
 - d. hidung
6. Jalan impuls pada gerak refleks adalah
 - a. reseptor – saraf sensorik – sumsum tulang belakang – saraf motorik – efektor
 - b. interneuron – saraf pusat – saraf motorik
 - c. efektor – saraf pusat – reseptor
 - d. saraf sensorik – interneuron – saraf pusat
7. Berikut ini adalah fungsi dari sistem saraf simpatik, *kecuali*...
 - a. menurunkan sekresi ludah
 - b. mempercepat denyut jantung
 - c. memperbesar pupil
 - d. meningkatkan sekresi empedu
8. Gangguan mata yang tidak bisa melihat benda dekat dengan jelas adalah
 - a. miopi
 - b. hipermiopi
 - c. presbiopi
 - d. hipermetropi
9. Protein yang diperlukan oleh sel batang supaya bisa berfungsi adalah
 - a. iodopsin
 - b. rodopsin
 - c. vitamin A
 - d. vitamin C
10. Komponen yang mempengaruhi reaksi sistem saraf adalah...
 - a. alat indera, otak, dan oto
 - b. reseptor, saraf, dan efektor
 - c. rangsangan, otak, dan sumsum tulang belakang
 - d. reseptor, penghantar impuls, dan efektor



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Urutkan perjalanan impuls dari tempat terjadinya impuls sampai terjadi respon.
2. Jelaskan perbedaan saraf somatis dan saraf otonom pada sistem sarafmu.
3. Sebutkan macam-macam rangsang yang dapat diterima indera manusia.
4. Beri contoh gerakan refleks dan sebutkan saraf apa saja yang terlibat pada gerakan tersebut.
5. Apa yang kamu rasakan ketika duduk di bawah terik matahari? Apakah kulitmu terasa panas? Jelaskan.



- ◆ Adakah materi yang sulit kamu pahami?
- ◆ Apakah kamu menggunakan internet untuk memahami materi ini?
- ◆ Coba kamu buat resume dari materi ini berdasarkan pemahamanmu. Kemudian kumpulkan pada gurumu. Minta pendapat gurumu, apakah pemahamanmu sudah benar?



Bab

4

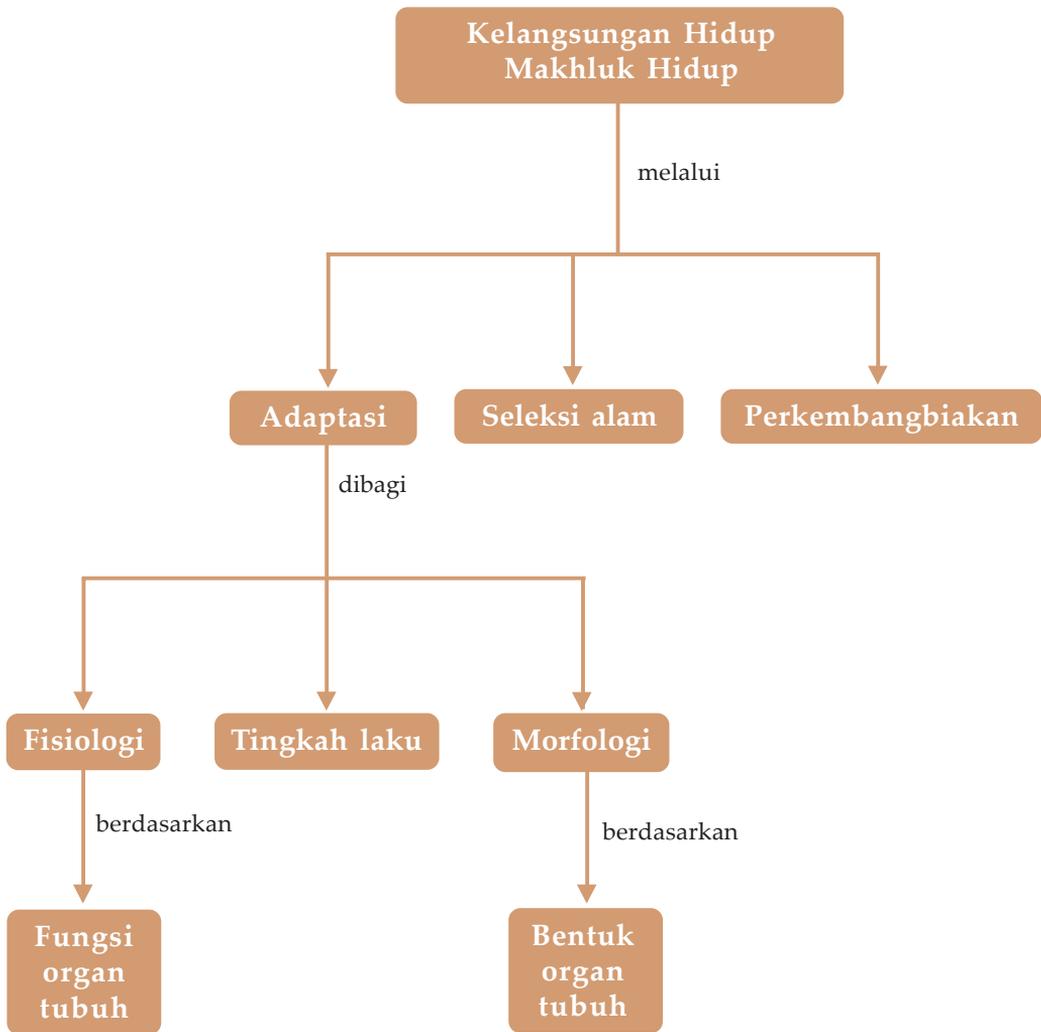
KELANGSUNGAN HIDUP MAKHLUK HIDUP



(Sumber: lecose.files.wordpress.com)

Makhluk hidup mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Bunglon melindungi dirinya dari musuh dengan mengubah warna kulitnya, sehingga kelangsungan hidupnya terjaga. Kamu akan belajar tentang *kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan* pada bab ini.





Kata-Kata Kunci

- Adaptasi
- Morfologi
- Fisiologi
- Seleksi
- Vegetatif
- Generatif

Soal Prasyarat

- ☺ Bagaimana manusia menjaga kelangsungan hidupnya?
- ☺ Cara apakah yang dilakukan makhluk hidup agar tetap hidup?



A. Pengertian Kelangsungan Hidup



Kita ketahui bahwa tidak ada makhluk hidup di muka bumi ini yang mampu bertahan hidup tanpa mengalami kematian, karena setiap makhluk hidup memiliki waktu kehidupan atau umur yang terbatas. Misalnya umur pohon kelapa jauh lebih lama daripada umur pohon jagung. Bagaimanapun sempurnanya perawatan suatu tanaman, jika tanaman tersebut telah mencapai batas usia maksimal maka akan mati? Coba kamu amati pohon pisang, setelah berbuah bisa dipastikan akan segera mati. Namun, jika kamu amati dengan seksama, sebelum berbuah dan akhirnya mati, pohon pisang tersebut menumbuhkan tunas baru pada bagian bonggolnya. Tumbuhnya tunas tersebut mengakibatkan tanaman pisang tetap terjaga kelangsungan hidupnya, meskipun induk pohon pisang telah mati. Pertumbuhan pohon pisang silih berganti secara alamiah. Hal tersebut tentunya juga terjadi pada makhluk hidup lain termasuk hewan dan manusia.

Setiap makhluk hidup telah dibekali oleh Tuhan Yang Maha Kuasa dengan kemampuan untuk mempertahankan hidupnya dan menjaga keturunannya supaya tetap lestari. Tetapi, karena keserakahan makhluk hidup yang lebih tinggi tingkatannya dan ketidakpedulian manusia akan kelestarian lingkungan hidup telah merusak ekosistem yang baik. Telah menjadi hukum alam bahwa makhluk yang lemah akan dimangsa oleh makhluk yang lebih kuat, atau yang kita kenal dengan hukum rimba.



B. Adaptasi



1. Pengertian

Pernahkah kamu mendengar adaptasi? Apa yang kamu ketahui tentang adaptasi? Apa yang terjadi jika suatu makhluk hidup tidak dapat beradaptasi? Salah satu penyebab kepunahan makhluk hidup adalah ketidakmampuan makhluk hidup untuk beradaptasi dengan lingkungan. Misalnya, ketika kamu memindahkan seekor ikan yang diambil dari habitat aslinya



ke dalam kolam ikan buatanmu sendiri. Beberapa hari kemudian ikan yang kamu pelihara mati. Kematian ikan ini disebabkan ikan tersebut tidak mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya. Maka jelaslah bahwa makhluk hidup yang tidak beradaptasi dengan lingkungannya akan mengalami kepunahan. Jadi, apa yang dimaksud dengan adaptasi?

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya. Ada beberapa cara penyesuaian diri yang dapat dilakukan, yaitu dengan cara penyesuaian bentuk organ tubuh, penyesuaian kerja organ tubuh, dan tingkah laku dalam menanggapi perubahan lingkungan. Dari pengertian adaptasi tersebut, ada tiga macam bentuk adaptasi, yaitu:

- a. adaptasi fisiologi,
- b. adaptasi tingkah laku, dan
- c. adaptasi morfologi.

Adaptasi terlihat dari adanya perubahan bentuk luar atau dalam suatu makhluk hidup sesuai dengan situasi dan kondisi lingkungan tempat hidupnya. Perubahan ini bersifat tetap dan khas untuk setiap jenis sehingga bisa diwariskan kepada keturunannya.

2. Jenis-Jenis Adaptasi

a. Adaptasi fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian diri makhluk hidup melalui fungsi kerja organ-organ tubuh supaya bisa bertahan hidup. Adaptasi ini berlangsung di dalam tubuh sehingga sulit untuk diamati.

Ikan air laut menghasilkan urine yang lebih pekat dibandingkan dengan ikan sungai. Mengapa ikan air laut menghasilkan urine lebih pekat dibandingkan dengan ikan sungai? Hal ini dikarenakan kadar garam air laut lebih tinggi dari pada kadar garam air tawar. Tingginya kadar garam menyebabkan ikan kekurangan air sehingga ikan harus banyak minum. Akibatnya, kadar garam dalam darahnya menjadi tinggi sehingga untuk mengurangi kepekatan cairan dalam tubuhnya, ikan mengeluarkan urine yang pekat.



Hewan-hewan herbivor beradaptasi terhadap makanan secara fisiologis. Sapi, kambing, kerbau, dan domba merupakan hewan herbivor yang dapat mencerna zat makanan di dalam lambung. Rayap dan *Teredo navalis* yang hidup di kayu galangan kapal dapat mencerna kayu dengan bantuan enzim selulose.



Gambar 4.1

Bison dapat mencerna makanan dalam lambung.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Selain hewan, manusia dan tumbuhan dapat beradaptasi dengan lingkungannya secara fisiologi. Dapatkah kamu menyebutkan contoh dari adaptasi fisiologi dari manusia? Tubuh manusia mampu menambah jumlah sel darah merah apabila berada di pegunungan yang lebih tinggi. Hal tersebut dapat mengikat oksigen lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan sel-sel tubuh. Mata manusia dapat menyesuaikan dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Ketika di tempat gelap, maka pupil kita akan membuka lebar. Sebaliknya di tempat yang terang, pupil kita akan menyempit. Melebar atau menyempitnya pupil mata adalah upaya untuk mengatur intensitas cahaya.

Bau yang khas pada bunga dapat mengundang datangnya serangga untuk membantu penyerbukan. Bunga jenis ini menghasilkan madu atau nectar, dan serbuk sarinya mudah melekat. Akar dan daun pada tumbuhan tertentu dapat menghasilkan zat kimia yang berbau khas yang dapat menghambat tumbuhan lain di dekatnya. Kedua contoh di atas termasuk dalam adaptasi fisiologi.



b. Adaptasi tingkah laku

Adaptasi tingkah laku adalah penyesuaian diri terhadap lingkungan dengan mengubah tingkah laku supaya dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya. Pernahkah kamu melihat kucing? Kucing mengincar mangsanya dengan cara mendekam. Ketika mangsa mendekat dan lengah, maka kucing akan meloncat dan menerkam mangsanya. Tingkah laku demikian untuk menghemat energi. Lain halnya dengan cicak. Cicak akan memutuskan ekornya pada saat berada dalam ancaman. Paus naik ke permukaan air ketika akan mengambil oksigen untuk pernapasannya. Hewan rayap itu buta, untuk menemukan jalan dia membuat terowongan dari tanah yang dapat menuntunnya menuju ke tempat makanan atau sarangannya.

Gambar 4.2

Paus naik ke permukaan air untuk bernapas.

(Sumber: *Biology, Mader S.S*)



Kamu telah mengetahui beberapa hewan beradaptasi tingkah laku untuk kelangsungan hidupnya. Bagaimana dengan tumbuhan, apakah tumbuhan dapat beradaptasi tingkah laku dengan lingkungannya?

a. Adaptasi morfologi



Gambar 4.3

Kaki itik berselaput untuk berenang.

(Sumber: *Dok. Penerbit*)

Apa yang dimaksud dengan adaptasi morfologi? *Adaptasi morfologi* adalah penyesuaian makhluk hidup melalui perubahan bentuk organ tubuh yang berlangsung sangat lama untuk kelangsungan hidupnya. Adaptasi ini sangat mudah dikenali dan mudah diamati karena tampak dari luar.

Coba kamu perhatikan **Gambar 4.3**. Kaki itik memiliki selaput di antara jari-jarinya.



Selaput ini berfungsi untuk berenang di kolam. Ini merupakan contoh dari adaptasi morfologi. Dapatkah kamu menyebutkan contoh adaptasi morfologi lainnya?

Burung kolibri memiliki paruh panjang dan runcing. Paruh ini digunakan untuk menghisap madu. Serangga juga beradaptasi dengan lingkungan melalui bentuk organ tubuhnya. Coba kamu perhatikan jangkrik dan belalang yang ada di sekitar rumahmu. Apakah jangkrik dan belalang juga beradaptasi dengan lingkungannya? Organ tubuh jangkrik dan belalang yang digunakan untuk beradaptasi adalah mulut. Mulut kedua hewan tersebut mempunyai rahang bawah dan atas yang kuat.

Selain hewan, tumbuhan juga beradaptasi dengan lingkungannya melalui bentuk tubuhnya. Pernahkah kamu memperhatikan teratai? Tumbuhan ini memiliki daun yang lebar dan tipis, sehingga mempercepat penguapan. Batangnya memiliki rongga berisi udara, sehingga dapat terapung di atas air dan akarnya relatif panjang. Teratai beradaptasi dengan lingkungan air. Tumbuhan yang hidup di air disebut hidrofit. Coba kamu sebutkan tumbuhan lainnya yang hidup di air. Apakah ciri-ciri tumbuhan tersebut hampir sama dengan teratai? Ada hidrofit, berarti ada xerofit dan higrofit. Apa yang kamu ketahui tentang xerofit dan higrofit? Xerofit adalah tumbuhan yang hidup di lingkungan kering. Tumbuhan ini memiliki batang yang tebal untuk menyimpan air, daun tereduksi menjadi duri dan memiliki kultikula, akar panjang dan menyebar luas sehingga dapat menyerap air dari daerah yang luas. Contohnya kaktus dan kurma. Sedangkan, higrofit adalah tumbuhan yang hidup di lingkungan lembab. Contohnya lumut dan paku-pakuan. Bagaimana cara tumbuhan tersebut beradaptasi dengan lingkungannya? Tumbuhan ini beradaptasi melalui bentuk daun yaitu daun lebar dan relatif tipis.



Memahami Adaptasi Morfologi

Kamu telah mengetahui bahwa hewan beradaptasi melalui bentuk kaki dan mulut dengan tempat hidupnya. Apakah bentuk adaptasi setiap hewan dengan tempat hidupnya sama? Coba kamu cari contoh adaptasi hewan dengan tempat hidupnya berdasarkan bentuk organ tubuhnya.





C. Seleksi Alam



Apakah yang dimaksud dengan "seleksi alam"? Dalam kehidupan sehari-hari, seleksi berarti pemilihan, dan alam berarti segala sesuatu yang ada di sekitar makhluk hidup. Jadi, seleksi alam adalah pemilihan makhluk hidup yang dapat hidup terus dan tidak dapat hidup terus yang dilakukan oleh lingkungan sekitar dan terjadi secara alamiah. Bisa juga diartikan sebagai musnahnya beberapa makhluk hidup karena tidak dapat menyesuaikan diri.

1. Faktor penyeleksi alam

Seleksi alam ditentukan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut.

a. Suhu lingkungan

Di daerah dingin dijumpai hewan-hewan mamalia yang berbulu tebal, sedangkan di daerah tropis hewan mamalia-nya berbulu tipis. Dalam hal ini, yang menjadi faktor penyeleksi adalah suhu lingkungan. Mengapa demikian? Karena hewan mamalia yang berbulu tipis umumnya tidak akan bisa menyesuaikan diri pada lingkungan yang bersuhu sangat rendah sehingga hewan tersebut akan tereliminasi dan punah. Pernahkah kamu mendengar tentang beruang kutub? Apa yang kamu ketahui tentang beruang kutub? Beruang kutub berbulu tebal untuk membuatnya tetap hangat. Selain bulunya, beruang kutub juga mempunyai lapisan lemak yang digunakan untuk menghangatkan tubuhnya.



Gambar 4.4

Beruang kutub.

(Sumber: upload.wikimedia.org)



b. Makanan

Setiap makhluk hidup memerlukan makanan. Makanan adalah kebutuhan primer makhluk hidup. Makanan akan menjadi faktor penyeleksi jika terjadi perebutan makanan. Makhluk hidup yang kuat dan mempertahankan makanannya akan dapat berlangsung hidup, sebaliknya hewan yang lemah dan tidak mampu bersaing dalam perebutan makanan akan tereliminasi dan punah.

c. Cahaya matahari

Faktor matahari berhubungan dengan penyeleksian tumbuhan tingkat tinggi yang berklorofil. Mengapa demikian? Karena tumbuhan menggunakan cahaya matahari untuk pembentukan makanan.



Kegiatan 1

Seleksi Alam

Alat dan bahan

- nampan berukuran kira-kira 20 × 30 cm
- tanah kebun secukupnya
- biji kacang hijau 60 butir

Cara kerja

1. Isi nampan A dan B dengan tanah setebal 2 cm.
2. Tanam 50 butir biji kacang hijau pada nampan A, dan 10 butir pada nampan B. Kemudian letakkan kedua nampan tersebut di dekat jendela yang terkena sinar matahari.
3. Siram benih tersebut secara rutin dan adil.
4. Setelah beberapa hari akan tumbuh kecambah. Tandai kecambah yang pertama kali muncul.
5. Biarkan selama 20 hari, kemudian catat apa yang terjadi.

Analisis dan diskusi

1. Apakah semua biji di nampan akan tumbuh menjadi tumbuhan yang subur? Jelaskan!
2. Apa ada tanaman yang lebih cepat tinggi dan besar dibandingkan dengan yang lain? Jelaskan!
3. Apakah dari kegiatan yang kamu lakukan terjadi peristiwa seleksi alam? Jika ya, faktor apa saja yang mempengaruhinya?



2. Kepunahan makhluk hidup

Berdasarkan temuan fosil-fosil, dapat diketahui bahwa banyak jenis makhluk hidup yang hidup pada jaman dahulu tidak ditemukan lagi sekarang. Tetapi ada juga yang masih hidup sampai sekarang yaitu capung. Capung adalah hewan yang hidup pada jaman karbon sampai sekarang. Hewan lain yang hampir mirip dengan hewan yang telah punah adalah kadal dan komodo. Ketiga hewan tersebut adalah hewan yang tergolong dalam fosil hidup.

Dinosaurus merupakan contoh hewan yang telah punah. Para ilmuwan berpendapat bahwa yang menyebabkan kepunahan hewan ini adalah perubahan iklim. Iklim yang terganggu akan menyebabkan kematian banyak jenis tumbuhan sehingga dinosaurus herbivor tidak bisa mendapatkan makanan. Sedangkan Dinosaurus karnivor dapat bertahan hidup untuk sementara. Tetapi dengan berjalannya waktu, hewan karnivorpun mati.



Latihan

1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan adaptasi?
2. Berikan contoh adaptasi fisiologi yang ada di sekitarmu, minimal 3 contoh.
3. Bunglon berubah warna ketika menghindari musuh. apakah yang dilakukan bunglon tersebut adaptasi? Jelaskan.
4. Bagaimana cara mengatasi supaya tidak terjadi kepunahan makhluk hidup, khususnya hewan-hewan yang langka?
5. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi seleksi alam.





Setelah kamu mengetahui berbagai macam contoh dari adaptasi morfologi, dan tingkah laku, coba kamu lengkapi tabel berikut.

Tabel Faktor-faktor yang mempengaruhi adaptasi

| Lingkungan darat | Contoh | Lingkungan air | Contoh |
|------------------|--------|----------------|--------|
| | | | |



D. Perkembangbiakan



Perkembangbiakan makhluk hidup dapat dipergunakan untuk melangsungkan kehidupan. Karena bila tanpa perkembangbiakan, maka makhluk hidup akan punah. Misalkan pada suatu perkebunan terdapat populasi belalang yang terkena radiasi, sehingga belalang jantan menjadi mandul dan tidak dapat melakukan perkawinan dengan belalang betina. Ketidakmampuan belalang untuk berkembang biak akan menyebabkan belalang di perkebunan tersebut punah. Jadi, belalang tersebut tidak dapat menjaga kelestarian jenisnya karena tidak mampu berkembang biak.

Makhluk hidup ada yang mempunyai daya berkembang biak tinggi dan rendah. Makhluk hidup yang mempunyai daya berkembang biak tinggi akan mudah menjaga kelestarian hidupnya. Misalnya tikus, kucing, ilalang, dan enceng gondok. Mungkin kamu menemukan contoh lain yang ada di sekitarmu, coba sebutkan.



Makhluk hidup yang mempunyai daya berkembang biak rendah sangat sulit menjaga kelangsungan dan kelestarian jenisnya. Misalnya gajah, hanya beranak sekali dalam dua tahun dan setiap kali beranak hanya seekor. Demikian pula badak, komodo, kancil, burung merak, jerapah, harimau, dan ikan paus biru yang hanya menghasilkan dua anak dalam waktu 10 tahun. Hewan yang memiliki daya berkembang biak rendah merupakan hewan-hewan yang terancam kelestariannya.



Gambar 4.5

Jerapah mempunyai daya berkembang biak rendah.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Selain hewan, tumbuhan juga dilindungi oleh negara karena kelangkaan dan daya berkembang biaknya rendah. Tahukah kamu tumbuhan yang dilindungi oleh negara? Bunga bangkai (*Refflesia Arnoldi*), anggrek bulan Ambon, kemang, kepuh, kayu ulin Kalimantan, kemenyan, dan gaharu dilindungi oleh negara.

Kegiatan 2

Hubungan Daya Berkembang Biak Makhluk Hidup dengan Kelestarian Hidup

Alat dan bahan

- berbagai jenis makhluk hidup yang ada di sekitarmu

Cara kerja

1. Catat nama makhluk hidup yang kamu ketahui dan yang bisa kamu temukan di sekitarmu.

2. Diskusikan daya berkembang biak dan pengaruhnya pada kelestarian makhluk hidup tersebut.
3. Buat kesimpulan dari data dan hasil diskusi dalam tabel berikut.

Tabel Daya berkembang biak pada makhluk hidup

| No. | Makhluk hidup | Daya berkembang biak | | | Kepunahan | |
|-----|---------------|----------------------|--------|--------|-----------|--------|
| | | Tinggi | Rendah | Sedang | Cepat | Rendah |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| 4. | | | | | | |
| 5. | | | | | | |

Analisis dan diskusi

1. Adakah pengaruh daya berkembang biak dengan kelangsungan hidup makhluk hidup? Jelaskan!
2. Adakah makhluk hidup yang tidak berkembang biak?
3. Makhluk hidup manakah menurutmu yang akan tetap lestari? Jelaskan!



E. Cara Perkembangbiakan Makhluk Hidup



Kamu telah tahu bahwa ada makhluk hidup yang daya berkembang biaknya tinggi dan rendah. Ada berapa cara makhluk hidup dapat berkembang biak? Makhluk hidup dapat berkembang biak dengan dua cara, yaitu vegetatif dan generatif.

1. Perkembangbiakan vegetatif

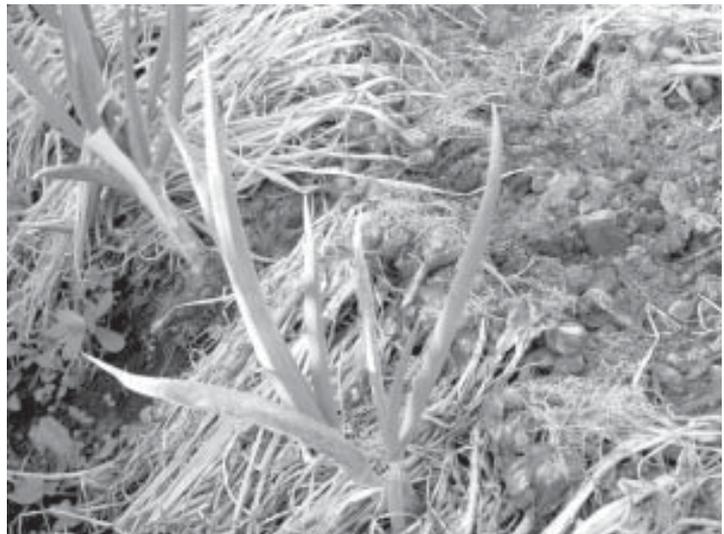
Apa yang kamu ketahui tentang perkembangbiakan vegetatif? Perkembangbiakan secara vegetatif adalah perkembangbiakan yang tidak melibatkan sel kelamin atau tidak terjadi perkawinan. Perkembangbiakan ini disebut perkembangbiakan aseksual. Ada dua macam perkembangbiakan vegetatif, yaitu vegetatif alami dan vegetatif buatan.



a. Vegetatif alami

Perkembangbiakan vegetatif alami terjadi apabila berlangsung sewajarnya tanpa campur tangan manusia. Alat reproduksi vegetatif alami adalah sebagai berikut.

- 1) **Tunas**, adalah tumbuhan muda yang baru tumbuh di ujung batang atau ketiak daun. Ada dua macam tunas, yaitu tunas adventif dan tunas biasa. Tunas adventif adalah tunas yang keluar selain dari ujung batang dan ketiak daun. Contohnya tunas pisang, cocor bebek, dan bambu. Sedangkan tunas biasa adalah tunas yang tumbuh pada ketiak daun dan ujung batang.
- 2) **Umbi**, adalah tempat untuk menyimpan makanan. Selain itu, umbi juga dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan. Pernahkah kamu melihat kebun ketela rambat, kentang, dan bawang? Ketela rambat, kentang, dan bawang mempunyai umbi. Umbi pada tumbuhan ini digunakan untuk alat perkembangbiakan dan tempat cadangan makanan.



Gambar 4.6

Bawang mempunyai umbi untuk alat perkembangbiakan dan tempat cadangan makanan.

(Sumber: Dok. Penerbit)

- 3) **Rhizoma**, adalah batang yang menjalar di bawah permukaan tanah. Contohnya laos, kencur, dan jahe.
- 4) **Stolon**, adalah batang yang menjalar di atas permukaan tanah. Contohnya pegagan, arbei, dan rumput teki.



b. Vegetatif buatan

Perkembangbiakan dengan cara vegetatif buatan sering dilaksanakan untuk pembudidayaan tanaman. Misalnya mencangkok, merunduk, dan menyambung.

2. Perkembangbiakan secara generatif

Perkembangbiakan generatif disebut juga dengan perkembangbiakan seksual, karena melibatkan sel-sel kelamin. Perkembangbiakan tersebut dimulai dengan peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina yang kemudian menghasilkan zigot. Zigot berkembang menjadi individu baru.

Perkembangbiakan pada tumbuhan didahului dengan peristiwa penyerbukan, kemudian diiringi peristiwa pembuahan. Apa yang dimaksud dengan penyerbukan? Penyerbukan adalah peristiwa sampainya serbuk sari ke kepala putik. Sampainya serbuk sari ketujuannya dibantu oleh angin, burung, serangga, kelelawar, air, dan manusia. Sedangkan pembuahan adalah peleburan antara sel sperma dan sel telur yang akan menghasilkan zigot dan berkembang menjadi individu baru yang memiliki sifat bervariasi di antara kedua induknya.



Gambar 4.7

Penyerbukan dibantu oleh serangga.

(Sumber: rbgsyd.nsw.gov.au)



Kamu telah mengetahui apa itu perkembangbiakan vegetatif dan generatif pada tumbuhan. Adakah perbedaan antara perkembangbiakan vegetatif dan generatif? Coba kamu perhatikan tabel berikut.

Tabel 4.2. Perbedaan perkembangan vegetatif dan generatif pada tumbuhan

| Jenis perkembangbiakan | Keuntungan | Kerugian |
|------------------------|---|--|
| Generatif | <ul style="list-style-type: none"> ■ Tidak mudah tumbang ■ Tidak mudah terserang penyakit | <ul style="list-style-type: none"> ■ Lama waktu untuk menghasilkan buah ■ Sifat anak belum tentu sama dengan induk |
| Vegetatif | <ul style="list-style-type: none"> ■ Waktu berbuah cepat ■ Sifat anak sama dengan sifat induk | <ul style="list-style-type: none"> ■ Mudah tumbang ■ Mudah diserang penyakit |

(Sumber: *Biology, Mader S.S*)

Perkembangbiakan vegetatif dan generatif juga terjadi di hewan. Hewan-hewan tingkat rendah dapat berkembang biak secara vegetatif dengan cara membelah diri, yaitu pemisahan induk menjadi dua individu baru atau lebih yang ukurannya hampir sama. Amoeba berkembang biak dengan cara membelah diri. Masih ingatkah kamu bahwa amoeba termasuk invertebrata?

Pada vertebrata juga terjadi perkembangbiakan untuk melestarikan jenisnya. Vertebrata berkembang biak secara generatif. Perkembangbiakan generatif pada vertebrata terjadi secara periodik dan mempunyai siklus yang jelas. Hal ini sangat memungkinkan hewan untuk menghemat energi dan menghasilkan keturunan untuk kelangsungan hidup keturunannya.



Latihan 2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan perkembangbiakan vegetatif? Berikan contohnya.
2. Apa yang dimaksud dengan perkembangbiakan generatif?
3. Coba kamu perhatikan gambar pohon pisang di samping. Jelaskan alat perkembangbiakan pada tumbuhan tersebut.
4. Bagaimana cara kucing untuk melangsungkan hidup keturunannya? Jelaskan.
5. Apa keuntungan dari perkembangbiakan secara generatif?



(Sumber: Dok. Penerbit)

Bina Keterampilan

Buat kelompok yang terdiri dari 3 orang. Kemudian pergilah ke kebun raya yang ada di sekitar tempat tinggalmu. Identifikasi cara berkembang biak tumbuhan yang ada di kebun raya tersebut. Kemudian isi tabel di bawah ini berdasarkan pengamatanmu. Buat laporan tentang kegiatanmu dan diskusikan di depan kelas.

Tabel Cara berkembang biak tumbuhan

| No. | Nama tumbuhan | Cara berkembang biak |
|-----|---------------|----------------------|
| | | |





Rangkuman



1. Kelangsungan hidup makhluk hidup dipengaruhi oleh kemampuan beradaptasi, seleksi alam, dan berkembang biak.
2. Ada tiga cara adaptasi makhluk hidup yaitu adaptasi morfologi, fisiologi, dan tingkah laku.
3. Faktor yang mempengaruhi seleksi alam adalah makanan, suhu lingkungan, dan cahaya matahari.
4. Kecoa, komodo, dan kadal adalah hewan yang tergolong dalam fosil hidup.
5. Penyebab kepunahan dinosaurus adalah perubahan iklim.
6. Makhluk hidup dapat berkembang biak secara vegetatif dan generatif.
7. Makhluk hidup ada yang memiliki daya berkembang biak tinggi dan rendah.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Berikut ini adalah upaya yang dapat dilakukan makhluk hidup untuk melestarikan jenisnya, *kecuali*
 - penyesuaian diri
 - adaptasi
 - reproduksi
 - iritabilitas
- Adanya gelembung udara pada enceng gondok adalah contoh dari adaptasi
 - fisiologi
 - morfologi
 - tingkah laku
 - penyesuaian dengan lingkungan air
- Itik memiliki paruh seperti sekop. Hal ini merupakan adaptasi untuk
 - mempertahankan diri dari musuh
 - mengambil air dan menyesuaikan dengan lingkungannya
 - mendapatkan makanan yang cocok
 - menyesuaikan mengambil makanan dalam lumpur
- Urutan kejadian yang benar adalah
 - evolusi-adaptasi-seleksi alam-spesies baru
 - adaptasi-spesies baru-seleksi alam-evolusi
 - seleksi alam-adaptasi-evolusi-spesies baru
 - spesies baru-evolusi-seleksi alam-adaptasi
- Salah satu pernyataan berikut yang termasuk perkembangbiakan vegetatif alami adalah
 - biji mangga tumbuh menjadi pohon
 - biji kedelai tumbuh menjadi kecambah
 - Nur menanam tunas bunga mawar
 - Rudi menanam kunir dengan membenamkan rhizomanya
- Berikut adalah penyebab punahnya suatu makhluk hidup, *kecuali*
 - adanya perkembangbiakan rendah
 - adanya seleksi alam
 - rebutan makanan
 - bentuk organ sesuai dengan lingkungan
- Hal berikut merupakan penyebab menurunnya tingkat populasi suatu makhluk hidup, *kecuali*
 - perburuan oleh manusia
 - perubahan habitat
 - daya berkembang biak tinggi
 - daya berkembang biak rendah
- Contoh tumbuhan yang hampir punah karena daya berkembang biaknya rendah adalah
 - pinus merkusi
 - Pusa paradisiacal*
 - Ginkgo biloba*
 - Rafflesia Arnoldi*



9. Yang merupakan contoh adaptasi tingkah laku adalah
- urine yang pekat pada ikan air laut
 - cicak memutuskan ekornya
 - rayap memerlukan enzim selulosa
 - kaktus mempunyai batang yang tebal
10. Tujuan rayap memakan kembali kulitnya adalah
- memenuhi kebutuhan makanan
 - menjaga metabolisme tubuh
 - mendapatkan flagellata
 - adaptasi

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Bagaimana adaptasi ikan air laut dalam kolam air tawar agar dapat bertahan hidup?
2. Apa bentuk adaptasi hewan-hewan yang hidup di padang pasir agar dapat bertahan hidup?
3. Mengapa beruang kutub dapat hidup di tempat hidupnya?
4. Apa perbedaan dari adaptasi dan seleksi alam yang terjadi pada makhluk hidup? Berikan contohnya masing-masing.
5. Sebutkan ciri-ciri makhluk hidup yang tidak dapat melestarikan jenisnya.



- ◆ Adakah materi yang belum kamu pahami? Jika ada, maka cari buku referensi yang membahas tentang materi ini untuk membantumu dalam memahaminya.
- ◆ Apakah pemahamanmu tentang materi bab ini sama dengan yang kamu temukan di buku referensi?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu dan kumpulkan hasilnya pada gurumu.



Bab

5

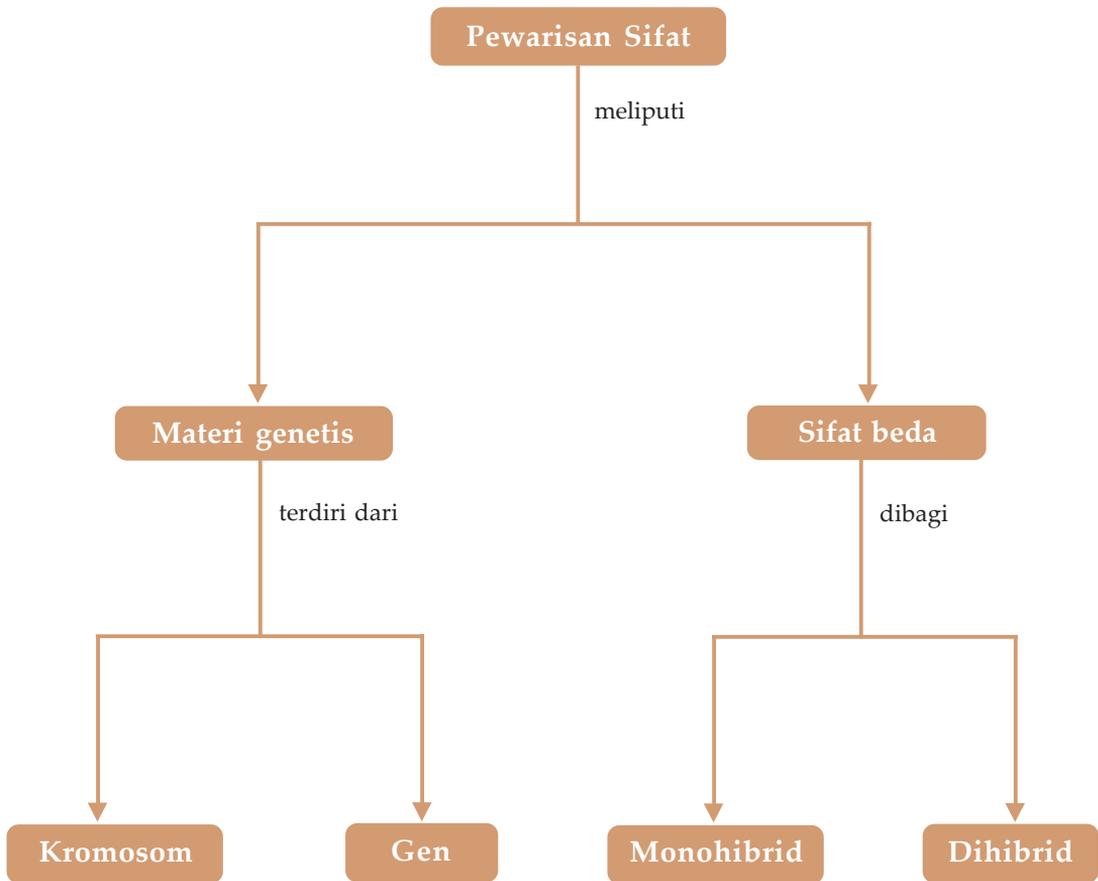
PEWARISAN SIFAT



(Sumber: i31.photobucket)

Perkembangbiakan generatif akan menghasilkan keturunan yang memiliki sifat-sifat dari induknya. Misalnya pada manusia ditemukan adanya perbedaan dan persamaan bentuk telinga, bentuk mata, bentuk mulut, tinggi badan, jenis rambut, dan sebagainya. Pada anak kembarpun akan memiliki sifat yang berbeda, mungkin sifat yang tidak nampak seperti kecerdasan dan bakat. Kamu akan belajar tentang *pewarisan sifat pada makhluk hidup* dalam bab ini, sehingga kamu dapat *menggambarkan proses pewarisan sifat makhluk hidup*.





Kata-Kata Kunci

- Genetis
- Genotipe
- Fenotipe
- Kromosom
- Gen
- Monohybrid
- Dihybrid

Soal Prasyarat

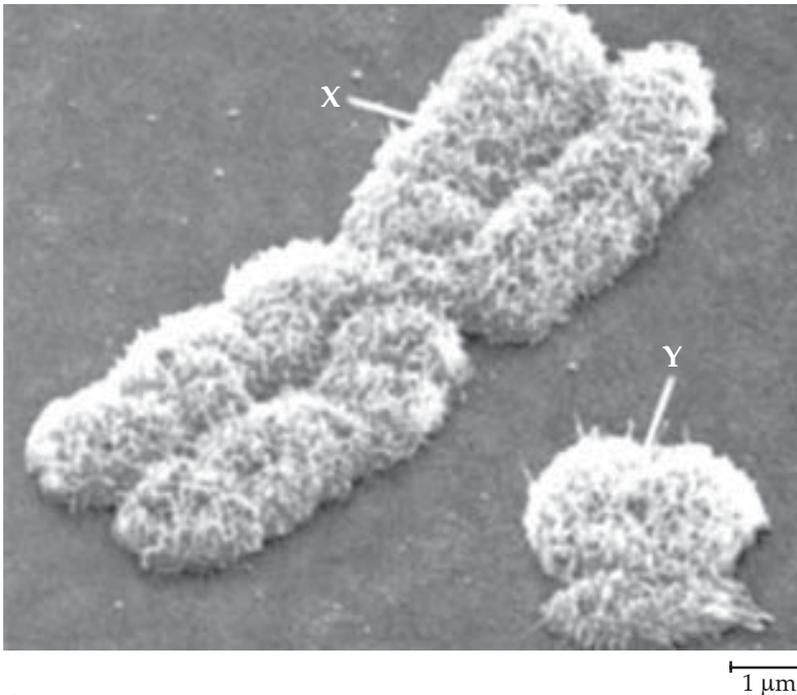
- ☺ Apakah sifat-sifatmu sama dengan orang tuamu?
- ☺ Identifikasikan sifat-sifat temanmu satu sama lain dan buat tabel supaya mudah membacanya. Apakah sifat-sifat temanmu yang satu dengan lainnya sama?



A. Materi Genetis



Coba kamu perhatikan makhluk hidup di sekitarmu. Apakah setiap makhluk hidup mempunyai sifat-sifat yang sama? Manusia, hewan, dan tumbuhan mempunyai sifat-sifat yang berbeda. Sifat-sifat beda yang terdapat pada makhluk hidup dikendalikan oleh materi genetis. Materi genetis ini berupa substansi yang disebut gen. Jumlah gen sangat banyak untuk menyeimbangi banyaknya makhluk hidup. Kumpulan gen-gen tersebut disebut kromosom. Kromosom akan menempati sebuah sel, dan sel tersebut memiliki kromosom yang berbeda-beda. Ada dua macam kromosom yang ada dalam sel kelamin, yaitu kromosom X dan kromosom Y. Pada wanita kromosomnya adalah XX dan pada pria adalah XY.



Gambar 5.1

Kromosom X dan kromosom Y
Skala: 1 cm = 1 μm.

(Sumber: www.in-gender)

1. Kromosom

Apa yang kamu ketahui tentang kromosom? Coba kamu ingat kembali pelajaran kelas VII. Kromosom adalah benang-benang halus yang berfungsi sebagai pembawa informasi genetis kepada keturunannya. Jika sel yang sedang aktif untuk membelah dilihat di bawah mikroskop biasa, maka akan terlihat benang-benang kromatin. Benang tersebut



memendek, menebal, dan mudah menyerap zat warna sehingga tampak seperti benang halus.

Setiap spesies makhluk hidup memiliki kromosom yang khas dan tetap. Jumlah kromosom antara jenis yang satu dengan yang lain berbeda sebagaimana dalam tabel berikut.

Tabel 5.1. Jumlah kromosom makhluk hidup

| No. | Jenis makhluk hidup | Jumlah kromosom (2n) |
|-----|---------------------|----------------------|
| 1. | Manusia | 46 |
| 2. | Orang utan | 48 |
| 3. | Siamang | 50 |
| 4. | Marmut | 60 |
| 5. | Kelinci | 44 |
| 6. | Nyamuk | 6 |
| 7. | Lalat | 12 |
| 8. | Kucing | 38 |
| 9. | Tikus | 42 |
| 10. | Kuda | 60 |
| 11. | Ayam | 78 |
| 12. | Padi | 24 |
| 13. | Tomat | 24 |
| 14. | Bawang | 16 |
| 15. | Katak | 26 |
| 16. | Jagung | 20 |
| 17. | Bakteri | 1 |
| 18. | Sapi | 60 |
| 19. | Belalang | 24 |
| 20. | Buncis | 14 |

(Sumber: *Biology*, Mader S.S)

Tahukah kamu jenis-jenis kromosom? Ada bermacam jenis kromosom, yaitu:

a. Kromosom homolog

Apa yang kamu ketahui tentang kromosom homolog? Kromosom homolog adalah kromosom yang berpasangan, selalu mempunyai bentuk, panjang, letak sentromer, dan struktur yang sama atau hampir sama.



Sentromer adalah kepala atau pusat kromosom, letaknya ada yang di tengah, ujung, dan sepertiga panjang kromosom. Pada tubuh manusia terdapat 46 kromosom, terdiri atas 23 kromosom berpasangan (homolog). Setiap pasang kromosom homolog adalah satu macam, sehingga kromosom sel tubuh manusia terdiri atas 23 macam.

b. Kromosom diploid (2n)

Ploid adalah jumlah perangkat kromosom, jadi kromosom diploid adalah dua perangkat kromosom. Kromosom diploid terjadi karena kromosom selalu berpasangan (homolog), maka di dalam setiap inti sel tubuh terdapat dua set atau dua perangkat kromosom (diploid).

c. Kromosom haploid (n)

Haploid adalah kromosom yang tidak memiliki pasangan atau hanya memiliki seperangkat kromosom. Pada waktu pembentukan sel kelamin, sel induk kelamin membelah secara meiosis sehingga sel kelamin mengandung kromosom setengah dari jumlah kromosom sel induknya. Jadi, kromosom sel kelamin manusia tetap mengandung 23 kromosom tetapi tidak berpasangan.

Pada saat terjadi pembuahan, kromosom sel kelamin bergabung dalam zigot. Kromosom yang disumbangkan adalah kromosom haploid, kemudian kromosom haploid berpasangan membentuk kromosom homolog, kemudian zigot menjadi diploid. Selanjutnya zigot membelah secara mitosis berulang kali sehingga dihasilkan tubuh manusia seutuhnya. Pada masa pubertas kelenjar kelamin akan membentuk sel kelamin yang mengandung seperangkat kromosom (haploid).

2. Gen

Gen adalah bagian kromosom atau satu kesatuan kimia dalam kromosom yang mengendalikan ciri genetis suatu makhluk hidup. Gen bersifat menurun dari induk kepada anaknya.

Pembelahan kromosom akan terjadi pada saat sel akan membelah. Sebelum pembelahan kromosom, akan terjadi penggandaan gen yang terdapat di dalam kromosom. Jadi, urutannya adalah penggandaan gen, pembelahan kromosom, dan pembelahan sel.

 **Lab Saku**

Miosis dan Mitosis

Pembelahan zigot ada dua cara yaitu miosis dan mitosis. Apa perbedaan miosis dan mitosis? Berikan contoh pembelahan zigot secara miosis dan mitosis. Kamu dapat menggunakan internet dan buku teks untuk menambah wawasanmu.



Susunan gen yang menentukan sifat-sifat suatu individu disebut genotipe. Kemudian genotipe akan memunculkan sifat-sifat fenotipe. Tahukah kamu perbedaan dari genotipe dengan fenotipe? Genotipe adalah sifat makhluk hidup yang tidak tampak sehingga tidak bisa diamati dengan indera. Sifat ini biasanya disimbolkan dengan sepasang huruf, misalnya gen rambut lurus disimbolkan dengan LL, gen warna merah disimbolkan dengan MM, gen buah bulat disimbolkan dengan BB, dan sebagainya.

Simbol genotipe tidak hanya menggunakan huruf besar tetapi juga huruf kecil. Huruf besar berarti sifat dominan, sedangkan huruf kecil berarti sifat resesif. Misalnya TT berarti sifat tinggi, dan tt berarti sifat rendah. Sifat tinggi akan mendominasi sifat rendah sehingga jika dikawinkan menghasilkan keturunan yang bersifat tinggi (Tt). Contoh lain misalnya, sifat warna merah pada bunga dominan terhadap sifat warna putih sehingga warna merah disimbolkan dengan M dan warna putih disimbolkan dengan m.

Genotipe yang tersusun dari sifat dominan saja (AA) atau resesif saja (aa) disebut homozigot. Sedangkan genotipe yang tersusun dari sifat dominan dan resesif (Aa) disebut heterozigot.

Fenotipe adalah sifat makhluk hidup yang tampak sehingga bisa diamati oleh alat indra. Misalnya rasa buah manis, rambut lurus, bentuk buah bulat, dan tinggi rendahnya badan. Fenotipe ditentukan oleh faktor genotipe dan lingkungan.

Tabel 5.2. Genotipe dan fenotipe pada buah yang memiliki rasa manis dominan

| Simbol | Genotipe | Fenotipe |
|--------|-------------------|-------------------------|
| MM | Dominan homozigot | Manis |
| mm | Resesif homozigot | Asam |
| Mm | Heterozigot | Manis, karena M dominan |

(Sumber: *Biology, Mader S.S*)





B. Persilangan Monohybrid dan Dihibrid



Dalam suatu persilangan perlu diketahui terlebih dahulu istilah-istilah yang digunakan. Istilah-istilah dalam persilangan dapat kamu pahami pada uraian berikut.

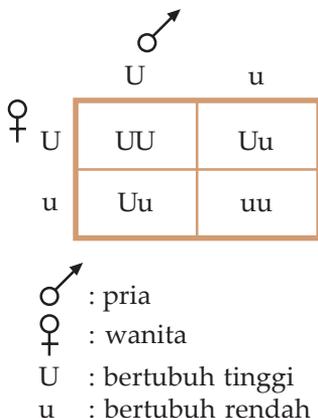
- Parental (P)**, artinya induk atau orang tua.
- Filial (F)**, artinya keturunan.
 - keturunan pertama (F1) = anak
 - keturunan kedua (F2) = cucu
- Genotipe** adalah sifat-sifat menurun yang tidak nampak dari luar, disimbolkan dengan pasangan huruf.
Contoh: AA, Aa, aa, AABB, dan AaBB.
- Gamet** adalah sel kelamin dan berasal dari genotipe.
Contoh: genotipe Aa, gametnya A dan a.
- Fenotipe** adalah sifat menurun yang nampak dari luar.
Contoh: buah besar, buah kecil, rasa manis, rasa asam, batang tinggi, dan batang pendek.
- Dominan** adalah sifat-sifat gen yang selalu nampak atau muncul, disimbolkan dengan huruf besar.
Contoh: AA, BB, dan CC.
- Gen resesif** adalah sifat-sifat gen yang tidak selalu nampak baru muncul apabila bersama-sama gen resesif lain, disimbolkan dengan huruf kecil.
Contoh: aa, bb, dan cc.
- Homozigot** adalah pasangan gen yang sifatnya sama.
Contoh: AA, aa, BB, bb, CC, dan cc.
- Heterozigot** adalah pasangan gen yang tidak sama.
Contoh: Aa, Bb, dan Cc.

1. Monohybrid

Persilangan monohybrid adalah persilangan antara dua individu sejenis dengan memperhatikan satu sifat beda. Misalnya persilangan antara rambutan yang berbuah manis dengan rambutan yang berbuah masam, persilangan antara ayam berbulu putih dengan ayam berbulu hitam, manusia berkulit putih dengan manusia berkulit hitam, dan suami



Gambar 5.2
Diagram Punnet



yang bertubuh tinggi dengan istri yang bertubuh rendah. Persilangan antara sesamanya dapat digambarkan dalam bentuk diagram. Diagram tersebut dikenal sebagai diagram Punnett. Tahukah kamu bentuk dari diagram Punnet? Diagram Punnet berbentuk belah ketupat atau dapat juga horisontal seperti **Gambar 5.2**. Kamu dapat memperhatikan contoh berikut untuk lebih memahaminya.

Contoh

Mangga berbuah besar dengan genotipe Bb disilangkan dengan mangga berbuah kecil yang bergenotipe bb. Buah besar dominan terhadap buah kecil. Tentukan perbandingan genotipe F1 dan Fenotipe F1.

Diketahui : P (parental) = Bb dan bb
 B = Buah besar
 b = Buah kecil

Ditanya : Genotipe F1 dan fenotipe F1.

Jawab

P (induk) : Bb × bb
 Buah besar Buah kecil

Gamet : b,b b

F1 (keturunan ke-1) :

| | | |
|---|----|----|
| | B | b |
| b | Bb | bb |

Perbandingan genotipe F1 = Bb : bb
 1 : 1

Pada persilangan monohibrid terdapat *test cross* dan sifat intermediet. Apa yang kamu ketahui tentang *test cross* dan sifat intermediet? Kamu dapat memperhatikan uraian berikut untuk lebih memahaminya.

a. Test Cross

Test cross adalah penyilangan individu yang ingin diketahui genotipnya dengan individu bergenotipe homozigot resesif. Hasil persilangan tersebut mempunyai dua kemungkinan sebagai berikut.

- 1) Jika tanaman bergenotipe BB disilangkan dengan tanaman bergenotipe bb (homozigot resesif), maka akan menghasilkan keturunan yang bergenotipe Bb semuanya. Dengan B = bulat, b = keriput. Jadi, semua keturunan memiliki biji bulat.

P (induk) : BB × bb
Gamet : B dan b
F1 (keturunan ke-1)

| | |
|---|----|
| | B |
| b | Bb |

Genotipe F1 : Bb
Jadi, keturunan yang dihasilkan Bb.

- 2) Jika tanaman tersebut bergenotipe Bb disilangkan dengan tanaman bergenotipe bb (homozigot resesif), maka akan menghasilkan keturunan bergenotipe Bb dan bb. Coba kamu perhatikan penurunan sifat keturunan di bawah ini.

P (induk) : Bb × bb
Gamet : B, b dan b
F1 (keturunan ke-1)

| | | |
|---|----|----|
| | B | b |
| b | Bb | bb |

Genotipe F1 : Bb dan bb
Jadi, ada tanaman berbiji bulat dan ada tanaman berbiji keriput.

Berdasarkan *tes cross* yang dilakukan oleh Mendel, kamu bisa mengetahui bahwa sifat bulat (B) dominan terhadap sifat keriput (b) sehingga individu yang bergenotipe Bb mempunyai fenotipe bulat, dan genotipe individu yang berfenotipe bulat adalah BB dan Bb.

Tokoh IPA



Seorang rahip dari kota Brunn, Australia yaitu Gregor Johann Mendel (tahun 1822-1884) telah menemukan cara penurunan sifat-sifat dari induk ke anaknya. Dia telah meneliti genetika secara sistematis sehingga pada abad ke-20 penemuan Mendel diakui oleh para ahli biologi. Mendel diakui sebagai peletak prinsip dasar penurunan sifat yang dikenal dengan Hukum Mendel.

(Sumber : www.smd.uni-ulm.de)

b. Sifat intermediet

Sifat intermediet dipengaruhi oleh gen dominan yang tidak jenuh. Seperti yang dilakukan oleh Mendel terhadap tanaman Antirrhinum majus berbunga merah galur murni (MM) disilangkan dengan Antirrhinum majus berwarna putih galur murni (mm). Hasil keturunan yang didapatkan oleh Mendel adalah Antirrhinum majus yang berfenotipe warna merah muda, bukan berwarna merah meskipun genotipenya Mm. Coba kamu perhatikan penurunan sifat di bawah ini.

P (induk) : MM × mm

Gamet : M dan m

F1 (keturunan ke-1)

| | |
|---|----|
| | M |
| m | Mm |

Genotipe F1 : Mm

Jika F1 disilangkan dengan sesamanya maka diperoleh:

P (induk) : Mm × Mm

Gamet : M, m dan M, m

F2 (keturunan ke-2)

| | | |
|---|----|----|
| | M | Mm |
| M | MM | Mm |
| m | Mm | mm |

Genotipe F1 : MM, 2 Mm, mm

Fenotipe : Merah, merah muda, putih

Pada uraian sebelumnya, terlihat bahwa tanaman dengan bunga warna merah muda, dikawinkan dengan tanaman bunga warna putih, akan menghasilkan satu tanaman dengan bunga warna merah muda tanpa membawa sifat putih, dua tanaman dengan bunga warna merah muda, tetapi membawa sifat putih, dan satu tanaman warna putih.



2. Persilangan dihibrid

Kamu sudah belajar tentang persilangan monohibrid, apakah persilangan monohibrid sama dengan dihibrid? Apa yang kamu ketahui tentang persilangan dihibrid? Coba kamu pelajari penjelasan berikut. Persilangan dihibrid adalah persilangan dua individu sejenis dengan memperhatikan dua sifat beda. Mendel telah melakukan percobaan dengan menyilangkan kacang ercis galur murni yang mempunyai dua sifat beda, yaitu antara kacang ercis berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) dengan kacang ercis berbiji keriput berwarna hijau (bbkk). Kedua kacang tersebut memiliki dua sifat beda yaitu bentuk dan warna biji. Dapatkah kamu menentukan hasil persilangan dari kedua kacang ercis tersebut? Coba kamu pelajari penurunan sifat dari kacang ercis berbiji bulat berwarna kuning (BBKK) dengan kacang ercis berbiji keriput berwarna hijau (bbkk) berikut.

P (induk) : BBKK × bbkk
Gamet : BK dan bk
F1 (keturunan ke-1)

| | |
|----|------|
| | BK |
| bk | BbKk |

Genotipe F1 : BbKk
Fenotipe F1 : Biji bulat dan berwarna kuning

Jika genotipe dari F1 disilangkan sesamanya, maka hasilnya adalah:

P (induk) : BbKk × BbKk
Gamet : BK, Bk, bK, bk dan BK, Bk, bK, bk
F2 (keturunan ke-2)

| | | | | |
|----|------|------|------|------|
| | BK | Bk | bK | bk |
| BK | BBKK | BBKk | BbKK | BbKk |
| Bk | BBKk | BBkk | BbKk | Bbkk |
| bK | BbKK | BbKk | bbKK | BbKk |
| bk | BbKk | Bbkk | bbKk | bbkk |



- Genotipe F2 : BBKK, BBkk, bbKK, bbkk, 2BBKk, 2BbKK, 4BbKk, 2Bbkk, 2bbKk
- Fenotipe F2 : Biji bulat dan berwarna kuning, biji bulat berwarna hijau, biji keriput berwarna kuning, biji keriput berwarna hijau.

Kegiatan 1

Memahami Pewarisan Sifat

Alat dan bahan

- beberapa buku biologi dan internet

Cara kerja

1. Cari materi tentang pewarisan sifat, terutama yang berhubungan dengan prinsip mendel.
2. Baca materi tersebut. Kemudian buat karya ilmiah dari bahan-bahan yang telah kamu kumpulkan.

Analisis dan diskusi

1. Diskusikan karya ilmiahmu di depan kelas.
2. Buat resume dari hasil diskusi karya ilmiahmu dan gunakan resume tersebut untuk menambah wawasanmu.

C. Keuntungan Mengembangkan Bibit Unggul

Pernahkah kamu mendengar tentang bibit unggul? Apa yang kamu ketahui tentang bibit unggul? Adakah keuntungan ketika kamu menggunakan bibit unggul? Kamu akan belajar tentang bibit unggul pada penjelasan berikutnya? Bibit unggul adalah bibit tanaman atau hewan yang mempunyai sifat yang baik dari tanaman atau hewan yang sejenis lainnya. Sifat unggul pada tanaman memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Waktu berbuah atau produksinya cepat.
2. Hasil produksinya banyak.
3. Rasa buahnya atau rasa hasil produksinya enak.
4. Tahan terhadap hama dan gulma serta penyakit.

5. Tahan terhadap perubahan iklim dan kondisi tanah yang bervariasi.
6. Pohonnya pendek.

Sifat unggul pada hewan memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Tahan terhadap penyakit.
2. Tahan terhadap perubahan iklim.
3. Hasil produksinya berkualitas tinggi.

Tahukah kamu bahwa bibit unggul dapat diperoleh dengan cara hibridisasi. Apa yang dimaksud dengan hibridisasi? Hibridisasi adalah mengawinkan dua jenis hewan atau tumbuhan yang berbeda varietas dan memiliki sifat-sifat unggul. Selain itu juga bisa didapat dengan cara mutasi gen dan inseminasi buatan (kawin suntik).

Keuntungan mengembangkan tanaman dan hewan dengan memperhatikan sifat unggul adalah sebagai berikut.

1. Dapat menghasilkan produk yang bermutu tinggi.

Misalnya:

- ☉ Menghasilkan produk susu yang bermutu tinggi dari sapi yang merupakan bibit unggul dari hasil penyilangan.
- ☉ Daging yang berkualitas tinggi dari sapi Brahma dan ayam pedaging broiler.



Gambar 5.3

Ayam broiler merupakan salah satu contoh bibit unggul.

(Sumber: www.mnbeef)

- ☉ Menghasilkan beras yang bermutu tinggi dari padi unggul, misalnya padi C, Gading, Centani, Remaja, dan padi unggul dari Philipina seperti PB 5, PB 8, dan PB 36.



- ☉ Menghasilkan rambutan yang berbuah manis dan besar serta pohonnya rendah yang didapat dari hasil penyilangan.



Gambar 5.4

Pohon rambutan dapat dihasilkan dari penyilangan.

(Sumber: Dok. Penerbit)

2. Bisa menghemat biaya dan tenaga kerja, misalnya teknologi tanam benih langsung yang disebut TOT Tabela dengan menggunakan jenis padi Mamberomo dan Cibobas.
3. Dapat mempercepat produksi, misalnya padi unggul Mamberomo dan Cibobas yang masa panennya 2 minggu lebih cepat.
4. Tanaman dan hewan akan berumur panjang karena sifat unggulnya yang tahan terhadap penyakit dan iklim. Misalnya padi VUTW (Varietas unggul tahan wereng) dan padi IR 64.

Apa yang kamu lakukan untuk menjaga supaya bibit unggul tidak kehilangan sifat-sifat keunggulannya? Kamu dapat melakukan dan menjaga persilangan sesama galur murni supaya tidak terkontaminasi dengan varietas lain.

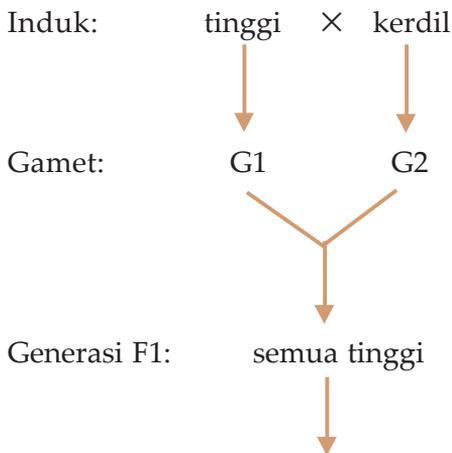


Latihan 1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan dan jelaskan materi genetik yang menyebabkan adanya sifat beda pada makhluk hidup.
2. Apa yang dimaksud dengan gen?
3. Tentukan genotipe dan fenotipe F1 dari parental Aabb dengan aaBB, jika A = buah besar, a = buah kecil, B = bentuk bulat, b = bentuk lonjong.
4. Apa yang kamu ketahui tentang sifat intermediet? Berikan contoh persilangannya.
5. Perhatikan bagan berikut.



Generasi F2: 787 tinggi dan 262 kerdil

Bagan di atas menunjukkan jalur pewarisan monohybrid antara pohon kacang tinggi homozigot dan pohon kacang kerdil homozigot.

- a. Apa yang dimaksud dengan pewarisan monohybrid?
- b. Sebutkan genotipe untuk induk tinggi dan induk kerdil.
- c. Tentukan genotipe dari keturunan pertama dan kedua.





Cari F1 dan F2 pada persilangan tumbuhan kacang ercis berbiji bulat dengan tumbuhan berbiji keriput. Sifat bulat dominan terhadap sifat keriput. Tentukan rasio fenotipe pada F2.



Rangkuman



1. Setiap makhluk hidup memiliki sifat beda yang dikendalikan oleh gen dan kromosom.
2. Genotipe adalah sifat makhluk hidup yang tidak tampak sehingga tidak bisa diamati dengan indra. Fenotipe adalah sifat makhluk hidup yang tampak sehingga bisa diamati dengan indra.
3. Persilangan monohibrid adalah persilangan dua individu dengan memperhatikan satu sifat beda.
4. Persilangan dihibrid adalah persilangan dua individu dengan memperhatikan dua sifat beda.
5. Sifat induk yang muncul pada turunannya disebut sifat dominan, sedangkan sifat yang tertutupi oleh sifat dominan sehingga tidak muncul pada turunan disebut sifat resesif. Jika sifat dominan tidak jenuh atau sifat turunan berada di antara sifat kedua induknya disebut intermediet.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Bagian sel yang mempengaruhi penurunan sifat adalah
 - a. inti sel dan ribosom
 - b. nukleus dan nukleolus
 - c. kromosom dan gen
 - d. kromosom dan genetik
2. Genotipe yang tersusun dari sifat dominan saja (AA) atau resesif saja (aa) disebut
 - a. heterozigot
 - b. homozigot
 - c. dominan
 - d. resesif
3. Sifat turunan yang bisa diamati dengan mata adalah sifat
 - a. dominan
 - b. resesif
 - c. genotipe
 - d. fenotipe
4. Penggabungan sifat dari dua makhluk hidup disebut
 - a. genotipe
 - b. fenotipe
 - c. galur murni
 - d. persilangan
5. Tanaman rasa manis homozigot dominan disilangkan dengan tanaman rasa masam homozigot resesif. Jika A = rasa manis, a = rasa masam, berapa jumlah fenotipe 2 rasa masam?
 - a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
6. Bunga warna merah (MM) disilangkan dengan bunga warna putih (mm) bersifat intermediet. Warna turunan yang akan dihasilkan adalah
 - a. merah muda 100%
 - b. merah muda 50%
 - c. putih 100%
 - d. putih 50%
7. Makhluk hidup yang memiliki satu kromosom adalah
 - a. nyamuk
 - b. bakteri
 - c. molusca
 - d. porifera
8. Persilangan antara tanaman bergenotipe AABB dengan aabb akan menghasilkan perbandingan fenotipe F₂
 - a. 6:4:3:3
 - b. 9:3:2:2
 - c. 9:3:3:1
 - d. 9:1:3:3
9. Apabila ada 20 macam kromosom pada setiap sel makhluk hidup, setiap sel gametnya akan memiliki kromosom
 - a. 20 pasang
 - b. 10 pasang
 - c. 5 pasang
 - d. heterozigot
10. Penemuan bibit unggul pada hewan dan tumbuhan dilakukan melalui proses
 - a. seleksi alam
 - b. adaptasi
 - c. hibridisasi
 - d. sterilisasi



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Apa yang menentukan pewarisan sifat dalam makhluk hidup? Jelaskan.
2. Jelaskan perbedaan antara genotipe dengan fenotipe. Berikan contoh genotipe dan fenotipe pada kehidupanmu sehari-hari minimal 4.
3. Bunga berwarna merah (Mm) disilangkan dengan bunga berwarna putih (mm), di mana M dan m bersifat intermediet. Tentukan genotipe dan fenotipe F₂.
4. Tentukan fenotipe dari hasil persilangan individu bergenotipe sebagai berikut.
 - a. BbMm × Bbmm
 - b. Bbmm × Dgpkt
5. Pak Jarwo petani pepaya. Pak Jarwo mempunyai bibit tanaman pepaya rasa manis dengan daging buah berwarna merah. Genotipe pepaya tersebut heterozigot (SsMm) kemudian disilangkan dengan sesamanya. Bagaimana kemungkinan genotipe dan fenotip keturunan dari miliki pak Jarwo?



Refleksi

- ◆ Coba kamu cari literatur di internet tentang materi bab ini.
- ◆ Apakah pemahamanmu tentang materi bab ini sama dengan yang kamu temukan di internet?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu dan kumpulkan hasilnya pada gurumu.



Bab

6

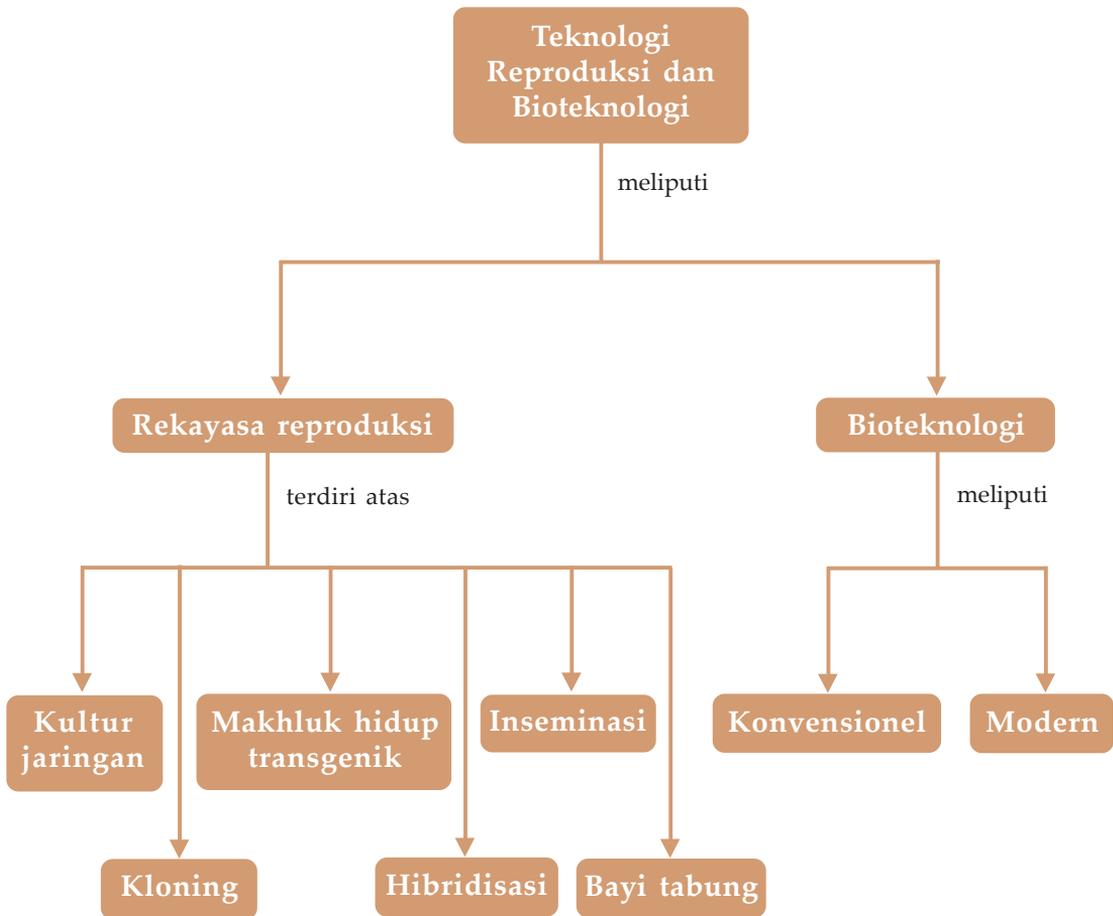
TEKNOLOGI REPRODUKSI DAN BIOTEKNOLOGI



(Sumber: www.gardenscure)

Pernahkah kamu mendengar tentang rekayasa genetika dan bioteknologi? Kamu mungkin ingat, keberhasilan proses pengkloningan ini merupakan hasil dari rekayasa genetika. Apakah pada tumbuhan juga dapat dilakukan rekayasa genetika? Coba kamu perhatikan gambar di atas. Tumbuhan tersebut merupakan hasil dari rekayasa genetika. Kamu akan lebih memahami tentang *penerapan rekayasa genetika dan bioteknologi bagi kelangsungan hidup manusia* setelah belajar bab ini.





Kata-Kata Kunci

- Reproduksi
- Rekayasa
- Genetika
- Kultur jaringan
- Kloning
- Transgenik
- Hibridisasi
- Inseminasi
- Bioteknologi

Soal Prasyarat

- ☺ Bagaimana manfaat teknologi reproduksi terhadap lingkungan?
- ☺ Sebutkan manfaat teknologi bagi masyarakat.
- ☺ Sebutkan manfaat bioteknologi bagi masyarakat.



A. Rekayasa Reproduksi



Pernahkah kamu mendengar tentang rekayasa reproduksi? Apa yang dimaksud dengan rekayasa reproduksi? Rekayasa reproduksi adalah suatu usaha manusia untuk mengembangkan makhluk hidup dengan cara rekayasa tahapan-tahapan proses reproduksi yang berlangsung secara alami. Rekayasa reproduksi tidak hanya dilakukan pada tumbuhan dan hewan, tetapi manusia juga bisa dijadikan objek dalam teknologi.

Ada beberapa teknik rekayasa reproduksi yang kita kenal, antara lain dengan cara kultur jaringan, kloning, hibridisasi, inseminasi buatan, dan bayi tabung.

1. Kultur jaringan

Pelaksanaan teknik kultur jaringan bertujuan untuk memperbanyak jumlah tanaman. Tanaman yang dikultur biasanya adalah bibit unggul. Dengan teknik ini, kita bisa mendapatkan keturunan bibit unggul dalam jumlah yang banyak dan memiliki sifat yang sama dengan induknya.

Kultur jaringan sebenarnya memanfaatkan sifat totipotensi yang dimiliki oleh sel tumbuhan. Apa yang dimaksud dengan totipotensi? Totipotensi yaitu kemampuan setiap sel tumbuhan untuk menjadi individu yang sempurna. Teori totipotensi ini dikemukakan oleh G. Heberlandt tahun 1898. Dia adalah seorang ahli fisiologi yang berasal dari Jerman. Pada tahun 1969, F.C. Steward menguji ulang teori tersebut dengan menggunakan objek empulur wortel. Dengan mengambil satu sel empulur wortel, F.C. Steward bisa menumbuhkannya menjadi satu individu wortel. Pada tahun 1954, kultur jaringan dipopulerkan oleh Muer, Hildebrandt, dan Riker.

Kultur jaringan memerlukan pengetahuan dasar tentang kimia dan biologi. Pada teknik ini kamu hanya membutuhkan bagian tubuh dari tanaman. Misalnya batang hanya seluas beberapa millimeter persegi saja. Jaringan yang kamu ambil untuk dikultur disebut eksplan. Biasanya, yang dijadikan eksplan adalah jaringan muda yang masih mampu membelah diri. Misalnya ujung batang, ujung daun, dan ujung akar.



Tahukah kamu bagaimana cara melakukan kultur jaringan? Kultur jaringan dapat kamu lakukan secara sederhana, yaitu:

- a. Mensterilkan eksplan. Caranya adalah direndam dalam alkohol 70% atau kalsium hipoklorit 5% selama beberapa menit.
- b. Gunakan botol atau tabung yang sudah disterilkan, isi dengan media. Masukkan potongan jaringan yang sudah disterilkan di atas media dalam botol. Media yang digunakan terdiri atas:
 - 1) Unsur-unsur atau garam mineral:
Unsur makro: C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg.
Unsur mikro: Zn, Mn, Mo, So.
 - 2) Asam amino, vitamin, gula, hormon, dengan perbandingan tertentu.
 - 3) Media cair; bahan-bahan di atas dicampur akuades.
 - 4) Media padat; bahan-bahan di atas campur dengan agar-agar.

Media cair dan padat tersebut kemudian disterilkan dengan menggunakan mesin khusus yang disebut dengan autoklaf.

- c. Simpan di tempat yang aman pada suhu kamar, tunggu untuk beberapa lama maka akan tumbuh kalus (gumpalan sel baru). Bisa juga selama pemeliharaan dilakukan pengocokan dengan mesin pengocok yang bergoyang 70 kali permenit. Pengocokan dilakukan selama 1,5 - 2 bulan. Tujuan dari pengocokan adalah untuk merangsang sel-sel eksplan supaya giat bekerja dan memperlancar proses persiapan zat dan penyebaran makanan merata, serta menjamin pertukaran udara lebih cepat.
- d. Kalus yang tumbuh bisa dipotong-potong untuk dipisahkan dan di tanam pada media lain.
- e. Kalus tersebut akan tumbuh menjadi tanaman muda (plantlet), kemudian pindahkan ke pot. Jika tanaman tersebut sudah kuat, maka bisa dipindahkan ke media tanah atau lahan pertanian.

Kultur jaringan dapat disimpan dalam suhu rendah sebagai stok atau cadangan. Jika sewaktu-waktu diperlukan,



maka jaringan ini dapat diambil dan ditanam. Contoh tanaman yang bisa menjadi objek kultur adalah pisang, mangga, tebu, dan anggrek.



Gambar 6.1

Tebu dapat digunakan sebagai objek kultur.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Apa keuntungan dari kultur jaringan? Keuntungan dari kultur jaringan adalah:

- Dalam waktu singkat dapat menghasilkan bibit yang diperlukan dalam jumlah banyak.
- Sifat tanaman yang dikultur sesuai dengan sifat tanaman induk.
- Tanaman yang dihasilkan lebih cepat berproduksi.
- Tidak membutuhkan area tanam yang luas.
- Tidak perlu menunggu tanaman dewasa, kita sudah dapat membiakkannya.

2. Kloning

Kloning adalah penggunaan sel somatik makhluk hidup multiseluler untuk membuat satu atau lebih individu dengan materi genetik yang sama atau identik. Kloning ditemukan pada tahun 1997 oleh Dr. Ian Willmut seorang ilmuwan Skotlandia dengan menjadikan sebuah sel telur domba



Gambar 6.2

Domba Dolly hasil kloning.

(Sumber: www.sciencenewsforkids.org)



yang telah direkayasa menjadi seekor domba tanpa ayah atau tanpa perkawinan. Domba hasil rekayasa ilmuwan Skotlandia tersebut diberi nama Dolly.

Cara kloning domba Dolly yang dilakukan oleh Dr. Ian Willmut adalah sebagai berikut.

- a. Mengambil sel telur yang ada dalam ovarium domba betina, dan mengambil kelenjar mammae dari domba betina lain.
- b. Mengeluarkan nukleus sel telur yang haploid.
- c. Memasukkan sel kelenjar mammae ke dalam sel telur yang tidak memiliki nukleus lagi.
- d. Sel telur dikembalikan ke uterus domba induknya semula (domba donor sel telur).
- e. Sel telur yang mengandung sel kelenjar mammae dimasukkan ke dalam uterus domba, kemudian domba tersebut akan hamil dan melahirkan anak hasil dari kloning.

Jadi, domba hasil kloning merupakan domba hasil perkembangbiakan secara vegetatif karena sel telur tidak dibuahi oleh sperma.

Kloning juga bisa dilakukan pada seekor katak. Nukleus yang berasal dari sebuah sel di dalam usus seekor kecebong ditransplantasikan ke dalam sel telur dari katak jenis lain yang nukleusnya telah dikeluarkan. Kemudian, telur ini akan berkembang menjadi zigot buatan dan akan berkembang lagi menjadi seekor katak dewasa.

Kloning akan berhasil apabila nukleus ditransplantasikan ke dalam sel yang akan menghasilkan embrio (sel telur) termasuk sel germa. Sel germa adalah sel yang menumbuhkan telur dari sperma.

3. Makhluk hidup transgenik

Makhluk hidup transgenik sering disebut sebagai GMOs (*Genetically Modified Organisms*) yang merupakan hasil rekayasa genetika. Teknik ini mengubah faktor keturunan untuk mendapatkan sifat baru. Teknik ini dikenal dengan rekayasa genetika atau teknologi plasmid. Perubahan gen dilakukan dengan jalan menyisipkan gen lain ke dalam plasmid sehingga menghasilkan individu yang memiliki sifat tertentu sesuai dengan keinginan si pembuat.



Teknologi ini dapat kamu pelajari dari beberapa aplikasi yang telah dikembangkan oleh manusia, antara lain sebagai berikut.

a. Produksi insulin

Pernahkah kamu mendengar tentang insulin? Bagaimana cara memproduksi insulin? Caranya adalah dengan menyambungkan gen pengontrol pembuatan insulin manusia ke dalam DNA bakteri. Kemudian dari hasil penyambungan tersebut akan terbentuk bakteri baru yang mampu menghasilkan hormon insulin manusia. Bakteri ini dipelihara di laboratorium untuk menghasilkan insulin. Insulin yang dihasilkan bisa untuk mengobati penyakit kencing manis.

b. Menciptakan bibit unggul

Rekayasa genetika untuk memperbaiki tumbuhan supaya menjadi lebih baik, yaitu:

- 1) Pencakokan gen pembentuk pestisida pada tumbuhan sehingga mampu menghasilkan pestisida mematikan hama.
- 2) Rekayasa tumbuhan yang mampu melakukan fiksasi nitrogen. Teknologi ini mampu membuat tanaman yang bisa memupuk dirinya sendiri.
- 3) Rekayasa genetika yang mampu menciptakan tanaman yang mampu memproduksi zat anti koagulan.

4. Hibridisasi

Pada pelajaran sebelumnya, kamu telah mengenal hibridisasi. Apa yang kamu ketahui tentang hibridisasi? Hibridisasi adalah persilangan antara varietas dalam spesies yang sama yang memiliki sifat unggul. Hasil dari hibridisasi adalah hibrid yang memiliki sifat perpaduan dari kedua induknya. Teknik ini dapat dilakukan pada tumbuhan dan hewan. Contoh hibrid tumbuhan yang telah dibudidayakan adalah jagung, kelapa, padi, tebu, dan anggrek.

5. Inseminasi buatan

Inseminasi buatan adalah pembuahan atau fertilisasi yang terjadi pada sel telur dengan sperma yang disuntikkan



pada kelamin betina. Jadi, fertilisasi ini tidak membutuhkan hewan jantan, tetapi hanya membutuhkan spermanya saja.

Tahukah kamu mengapa inseminasi buatan dilakukan? Inseminasi buatan dilakukan karena bibit pejantan unggul yang hendak dikawinkan dengan bibit betina lokal tidak memiliki waktu masa subur yang bersamaan. Bibit pejantan unggul dikawinkan dengan bibit betina lokal supaya dapat menghasilkan keturunan yang lebih baik.

Teknologi ini menggunakan metode penyimpanan sperma pada suhu rendah (-80° sampai -20°). Jadi, untuk mendapatkan bibit pejantan unggul untuk mengawini bibit betina lokal tidak perlu dengan membawa individunya tetapi cukup dengan membawa spermanya. Hal ini juga memudahkan proses pengiriman dari suatu negara ke negara lain.



Gambar 6.3

Proses inseminasi buatan pada kambing.

(Sumber: www.disnak.jabarprov.go)

6. Bayi tabung

Bayi tabung adalah bayi yang merupakan hasil pembuahan yang berlangsung di dalam tabung. Teknologi ini sebenarnya kelanjutan dari teknologi inseminasi buatan, hanya proses pembuahan pada bayi tabung terjadi di luar sedangkan inseminasi terjadi di dalam tubuh. Kedua-duanya sama-sama merupakan perkembangbiakan generatif.

Kita biasanya sering mendengar istilah bayi tabung bagi pasangan yang kesulitan untuk mendapatkan keturunan. Hal ini merupakan jalan pintas bagi mereka untuk segera mendapatkan keturunan.



Tahukah kamu proses pembuatan bayi tabung? Proses pembuatan bayi tabung adalah sebagai berikut.

- a. Sel telur yang mengalami ovulasi pada induk atau wanita diambil dengan suatu alat dan disimpan di dalam tabung yang berisi medium seperti kondisi yang ada pada rahim wanita hamil.
- b. Sel telur dipertemukan dengan sperma di bawah mikroskop dan diamati sehingga terjadi fertilisasi.
- c. Sel telur yang sudah dibuahi tersebut dikembalikan ke dalam tabung.
- d. Jika sel telur yang sudah dibuahi disebut zigot. Zigot berkembang dengan baik dan menjadi embrio, maka embrio tersebut akan disuntikkan kembali ke dalam rahim induknya semula.



B. Dampak Rekayasa Reproduksi



Rekayasa teknologi tidak semuanya berdampak positif bagi kehidupan manusia maupun bagi makhluk hidup lain dan lingkungan. Teknologi yang diciptakan dengan tujuan untuk memakmurkan umat manusia bisa saja menghancurkan manusia itu sendiri jika tidak diikuti dengan keimanan dan ketaqwaan.

- Dampak positif rekayasa reproduksi sebagai berikut.
 - Menciptakan bibit unggul.
 - Meningkatkan gizi masyarakat.
 - Melestarikan plasma nutfah.
 - Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi sesuai dengan keinginan manusia.
 - Membantu pasangan yang kesulitan mendapatkan anak dengan jalan pintas yaitu bayi tabung.
- Dampak negatif rekayasa reproduksi sebagai berikut.
 - Pada perbanyakan keturunan dengan kultur jaringan yang memiliki materi genetik yang sama akan mudah terkena penyakit.



- ☉ Merugikan petani dan peternak lokal yang mengandalkan reproduksi secara alami.
- ☉ Dikhawatirkan adanya penyalahgunaan teknologi reproduksi untuk kepentingan pribadi yang merugikan orang lain. Misalnya misi sebuah negara yang hendak menguasai dunia dengan menciptakan prajurit tangguh dengan teknik pengkloningan.
- ☉ Mengganggu proses seleksi alam.

Latihan 1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan rekayasa reproduksi?
2. Jelaskan perbedaan dari inseminasi buatan dengan bayi tabung.
3. Pernahkah kamu mendengar tentang kloning pada domba? Apakah proses pengkloningan tersebut berhasil? Coba kamu ceritakan bagaimana proses pengkloningan domba tersebut terjadi?
4. Sebutkan keuntungan dari rekayasa reproduksi dengan cara kultur jaringan.
5. Berikan contoh proses hibridisasi yang pernah dilakukan para ilmuwan dalam pengembangan rekayasa genetika.



C. Bioteknologi



Negara kita termasuk negara yang kaya akan sumber pangan baik yang ada di darat maupun yang ada di laut. Tetapi kita tidak cukup bangga akan kekayaan itu jika tidak didukung dengan sumber daya manusia (SDM) yang tinggi untuk mengelola sumber daya alam (SDA) tersebut. Dengan pengetahuan yang tinggi, manusia dapat mengelola sumber daya alam menjadi suatu produk yang bernilai tinggi dengan

menerapkan bioteknologi di bidang pertanian maupun di bidang peternakan.

Apa yang kamu ketahui tentang bioteknologi? Apa yang dimaksud dengan bioteknologi? Bioteknologi adalah prinsip-prinsip dari ilmu dan teknologi untuk memproses materi melalui agen biologi agar dapat meningkatkan nilai tambah. Bioteknologi adalah pemanfaatan biologi untuk kesejahteraan umat manusia. Mungkin kamu belum menyadari bahwa tempe yang menjadi makanan keluarga, mudah didapat dan murah adalah hasil dari bioteknologi. Adanya tempe membuktikan bahwa bioteknologi tidak serumit apa yang kita bayangkan dan tidak selamanya membutuhkan dana yang besar.

Tahukah kamu bahwa bioteknologi mengalami kemajuan yang sangat pesat. Semua orang berlomba-lomba melakukan rekayasa genetika, yaitu dengan menyisipkan sepotong gen yang memiliki sifat tertentu ke dalam sel lain. Rekayasa genetika ini disebut dengan DNA rekombinan. Misalnya memanfaatkan bakteri untuk menghasilkan insulin, memanfaatkan jamur untuk dapat menghasilkan antibiotika seperti penisilin, dan memanfaatkan virus untuk menghasilkan vaksin.



D. Produk-produk Bioteknologi



Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Sedangkan bioteknologi modern adalah bioteknologi yang menggunakan teknik rekayasa genetika, seperti DNA rekombinan. DNA rekombinan yaitu pemutusan dan penyambungan DNA, dengan cara kultur jaringan, kloning, dan fusi sel. Coba kamu ingat kembali proses kultur jaringan dan kloning pada materi sebelumnya. Sedangkan fusi sel yaitu meleburkan sel antara jenis yang berbeda seperti sel manusia dengan sel tikus untuk memproduksi antibodi.



Fermentasi

Fermentasi merupakan terapan dari bioteknologi konvensional. Baca beberapa buku tentang fermentasi dan gizi, kemudian temukan kandungan gizi yang terdapat dalam tempe.

Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi sederhana. Bioteknologi ini mempunyai beberapa manfaat, yaitu:

1. Meningkatkan nilai gizi dari produk-produk makanan dan minuman.
2. Menciptakan sumber makanan baru, misalnya dari air kelapa dapat diciptakan makanan baru yaitu *Nata de coco*.
3. Dapat membuat makanan yang tahan lama, misalnya asinan.
4. Secara tidak langsung dapat meningkatkan perekonomian rakyat karena bioteknologi sederhana tidak banyak membutuhkan biaya sehingga masyarakat kecil bisa melakukannya dan menjual hasilnya untuk keperluan hidup sehari-hari. Contohnya tempe dan tape. Proses pembuatan tempe dan tape termasuk bioteknologi. Dapatkah kamu membuat tempe dan tape sendiri? Coba kamu lakukan kegiatan berikut.

 **Kegiatan 1****Membuat Tape Ketan****Alat dan bahan**

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> kompor | <input checked="" type="checkbox"/> dandang |
| <input checked="" type="checkbox"/> panci | <input checked="" type="checkbox"/> kantong plastik |
| <input checked="" type="checkbox"/> tampah | <input checked="" type="checkbox"/> beras ketan |
| <input checked="" type="checkbox"/> sendok kayu | <input checked="" type="checkbox"/> ragi tape |

Cara kerja

1. Timbang beras ketan 0,5 kg, rendam dengan air dingin semalam.
2. Cuci sampai bersih, kukus sampai setengah matang.
3. Siram dengan air mendidih 1 cangkir untuk setiap 1 kg beras ketan secara merata.
4. Aduk dengan sendok kayu sampai rata, kukus kembali sampai matang.
5. Tebarkan di atas tampah yang kering dan bersih, biarkan sampai suhu kamar.
6. Taburkan ragi tape (*Saccharomyces cereviceae*) yang sudah digerus, aduk dengan sendok kayu sampai rata.
7. Masukkan dalam kantong plastik atau wadah lain yang diinginkan atau dibungkus dengan daun pisang atau jambu.

8. Simpan selama 3 - 5 hari, atau sampai kantong plastik mengembang.
9. Amati yang terjadi.

Analisis dan diskusi

1. Mengapa pemberian ragi tape dilakukan dalam keadaan ketan dingin?
2. Apa fungsi dari ragi tape?
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu tersebut.

Tahukah kamu bahwa bioteknologi juga dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian, peternakan, kesehatan, industri, dan pertambangan. Dalam bidang pertanian dan peternakan, bioteknologi modern mampu menciptakan bibit-bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi secara kualitas dan kuantitasnya. Dalam bidang kesehatan, bioteknologi mampu menciptakan produk obat untuk penyakit. Bioteknologi dalam bidang industri mampu menciptakan pemberantas hama secara biologis (*Bacillus thuringensis*) dan tanaman tahan hama karena dalam tubuhnya disisipi gen bakteri (tanaman transgenik). Sedangkan dalam bidang pertambangan, bioteknologi modern mampu melakukan pengolahan biji besi (*Thiobacillus ferrooxidans*). Untuk lebih jelasnya, kamu dapat lihat **Tabel 6.1** dan **6.2**.

Tabel 6.1. Produk-produk bioteknologi konvensional

| No. | Mikroorganisme | Enzim | Bahan | Produk |
|-----|-----------------------------------|----------|----------------|---------|
| 1. | <i>Rhizopus oligosporus</i> | Protease | Kedelai | Tempe |
| 2. | <i>Aspergillus oryzae</i> | Protease | Kedelai | Tauco |
| 3. | <i>Aspergillus soyae</i> | Protease | Kedelai | Kecap |
| 4. | <i>Monillia sitophilia</i> | Protease | Bungkil kacang | Oncom |
| 5. | <i>Streptococcus thermophilus</i> | Laktase | Susu | Yoghurt |
| 6. | <i>Lactobacillus vulgaris</i> | Laktase | Susu | Yoghurt |
| 7. | <i>Lactobacillus vulgaris</i> | Lipase | Susu | Keju |
| 8. | <i>Lactobacillus lactis</i> | Lipase | Susu | Keju |
| 9. | <i>Streptococcus lactis</i> | Lipase | Susu | Mentega |
| 10. | <i>Lactobacillum plantarum</i> | Laktase | Kubis | Asinan |

(Sumber: Biology, Mader S.S)



Tabel 6.2. Produk-produk modern bioteknologi untuk pengobatan

| No. | Nama produk | Kegunaan |
|-----|-----------------------|---|
| 1. | Interferon | Melawan infeksi, meningkatkan sistem kekebalan |
| 2. | Insulin | Mengontrol kadar gula darah (diabetes mellitus). |
| 3. | Vaksin | Meningkatkan kekebalan tubuh |
| 4. | Penicillin | Antibiotika, melawan infeksi oleh bakteri atau jamur |
| 5. | Hormon pertumbuhan | Melawan kekecilan, untuk penyembuhan |
| 6. | Beta endorfin | Mengurangi rasa sakit |
| 7. | Activator plasminogen | Melarutkan darah beku, mencegah stroke |
| 8. | Inferleukun 2 | Mengaktifkan sistem kekebalan |
| 9. | Antibodi monoklonal | Menyerang dan membunuh sel tumor atau kanker |
| 10. | Enzim | Meningkatkan reaksi/biokatalisator baik untuk keperluan manusia maupun industri |

(Sumber: *Biology For STMP Volume 1*, Azis Nor Azlina Abd, dkk)

Manfaat bioteknologi di bidang pertanian selain menciptakan bibit unggul, juga dapat diterapkan pada proses penanaman. Ada dua cara penanaman tumbuhan yang merupakan hasil dari pengembangan bioteknologi, yaitu penanaman secara hidroponik dan aeroponik. Kamu sering mendengar tentang tanaman hidroponik, apa yang kamu ketahui tentang tanaman hidroponik? Tanaman hidroponik adalah tanaman yang ditanam dengan menggunakan media selain tanah, misalnya pasir, arang

sekam, batu apung, batu kali, dan air. Hidroponik ditemukan oleh DR. W.F. Geri Che dari Universitas California tahun 1936.



Gambar 6.4

Sistem hidroponik.

(Sumber: *agungpurnomo.files.wordpress.com*)



Untuk melakukan penanaman secara hidroponik, yang perlu kamu lakukan adalah sebagai berikut.

1. Siapkan pot-pot yang akan kamu pakai untuk tempat menanam, atau bak-bak tanaman, lengkapi dengan instalasi cara pengairannya.
2. Siapkan media tanaman (pasir, atau arang sekam) yang sebelumnya telah dilestarikan dengan cara merebus dalam tong untuk mematikan mikroorganisme dan lain-lain.
3. Siapkan nutrisi, setiap tanaman mempunyai kebutuhan nutrisi yang berbeda, namun ada yang bersifat umum, yaitu kebutuhan akan: makronutrien, mikronutrien, vitamin, dan ZPT (zat pengatur tubuh).
4. Masukkan pasir ke dalam pot atau bak tidak sampai penuh, kira-kira $\frac{3}{4}$ dari permukaan.
5. Siram dengan cairan nutrisi, biasanya pada tahap awal 100 ml nutrisi per hari.
6. Buat lubang sesuai dengan ukuran bibit yang akan ditanam.
7. Bersihkan akar bibit tanaman dari tanah, masukkan ke dalam lubang-lubang yang telah dibuat.
8. Penyiraman sebanyak 1 - 1,5 liter dilakukan 5 - 8 kali setiap hari dengan air dan larutan makanan.

Pada hidroponik, pemindahan tanaman dari pot ke polibag tanaman berbeda-beda waktunya sesuai dengan jenis tanaman. Coba kamu perhatikan **Tabel 6.3**.

Tabel 6.3. Pemindahan bibit hidroponik dari pot ke polibag

| No. | Jenis tanaman | Saat pemindahan |
|-----|---------------|---------------------------|
| 1. | Tomat | 3 - 4 minggu setelah semi |
| 2. | Melon | 2 minggu setelah semi |
| 3. | Paprika | 4 minggu setelah semi |
| 4. | Timun | 2 minggu setelah semi |

(Sumber: www.ferti-mix.com)

Pernahkah kamu melihat petani bercocok tanam dengan hidroponik? Apa keuntungan bercocok tanam dengan hidroponik? Keuntungan bercocok tanam dengan hidroponik adalah sebagai berikut.

- Tidak menggunakan lahan yang luas, bisa dilakukan di dalam ruang, dan teknik ini cocok diterapkan di daerah perkotaan yang tidak memiliki lahan pertanian.



- ❑ Hemat dalam penggunaan pupuk karena diberikan secara teratur sesuai dengan kebutuhan.
- ❑ Bebas dari serangan hama dan penyakit yang berasal dari dalam tanah.
- ❑ Menghasilkan tanaman yang bersih dan bermutu.

Selain hidroponik, pengembangan bioteknologi pertanian juga menghasilkan penanaman tumbuhan yang secara aeroponik. Apa yang kamu ketahui tentang aeroponik? Penanaman secara aeroponik adalah menumbuhkan tanaman dengan membiarkan akar-akarnya bergantung. Pemberian nutrisinya dilakukan dengan cara menyemprotkan unsur hara secara priodik. Contoh tanaman yang sering ditumbuhkan dengan sistem aeroponik adalah tanaman hias seperti anggrek.



Gambar 6.5

Anggrek yang ditanam menggantung ditanaman lain termasuk aeroponik.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Teknologi penanaman dengan teknik aeroponik juga bisa dilakukan pada tanaman sayuran, Teknik ini sekarang telah banyak dilakukan oleh orang karena caranya sangat sederhana dan peralatannyapun mudah didapat.

Bagaimana cara kerja aeroponik? Cara kerja penanaman secara aeroponik tidak jauh beda dengan penanaman secara hidroponik. Bedanya hanya terletak pada media tanam. Hidroponik menggunakan media tanam berupa air, arang sekam, pasir, dan batu, sedangkan aeroponik tidak membutuhkan media padat hanya cukup dibiarkan bergelantungan.



Latihan 2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apakah yang dimaksud dengan bioteknologi?
2. Sebutkan perbedaan antara bioteknologi modern dan bioteknologi konvensional.
3. Sebutkan contoh produk dan jasa hasil bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.
4. Apa yang dimaksud dengan hidroponik?
5. Sebutkan dampak bioteknologi bagi kehidupan manusia.

Bina Keterampilan

Buat karya ilmiah tentang manfaat bioteknologi bagi kehidupan makhluk hidup, khususnya manusia. Kemudian kamu persentasikan hasil karyamu di depan kelas, sehingga dapat menambah wawasan tentang bioteknologi. Kamu dapat mengerjakannya secara berkelompok. Tiap kelompok dapat terdiri atas 3 orang. Kamu dapat menggunakan buku referensi atau internet untuk mempermudah pekerjaanmu. Hasil karya ilmiahmu akan lebih bagus, jika kamu lengkapi dengan gambar pendukung.

Rangkuman



1. Rekayasa reproduksi adalah suatu usaha manusia untuk mengembangbiakkan makhluk hidup dengan cara me-manipulasi tahapan proses reproduksi yang berlangsung secara alami.
2. Rekayasa reproduksi dapat dilakukan dengan cara kultur jaringan, kloning, DNA rekombinan, hibridisasi, inseminasi buatan, dan bayi tabung.



3. Dampak positif dari teknologi reproduksi adalah:
 - ▣ Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi sesuai dengan keinginan manusia.
 - ▣ Membantu pasangan yang kesulitan mendapatkan anak dengan jalan pintas yaitu bayi tabung.
 - ▣ Menciptakan bibit unggul.
 - ▣ Melestarikan plasma nutfah.
 - ▣ Meningkatkan gizi masyarakat.
4. Dampak negatif rekayasa reproduksi
 - ▣ Pada perbanyakan keturunan dengan kultur jaringan yang memiliki materi genetik yang sama akan riskan terhadap penyakit.
 - ▣ Merugikan petani dan peternak lokal yang meng-andalkan reproduksi konvensional (secara alami).
 - ▣ Dikhawatirkan adanya penyalahgunaan teknologi reproduksi untuk kepentingan pribadi yang merugikan orang lain. Misalnya misi sebuah negara yang hendak menguasai dunia dengan menciptakan prajurit tangguh dengan teknik pengkloningan.
5. Bioteknologi adalah prinsip-prinsip dari ilmu dan teknologi untuk memproses materi melalui agen biologi agar dapat meningkatkan nilai tambah.
6. Bioteknologi konvensional memanfaatkan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur untuk menghasilkan enzim sehingga bisa melakukan metabolisme untuk menciptakan makanan atau produk baru.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Penyebab manusia melakukan rekayasa reproduksi adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - a. ingin meningkatkan hasil produksi pangan
 - b. produksi pertanian yang semakin turun
 - c. semakin banyaknya hama yang menyerang tumbuhan
 - d. manusia ingin mendapatkan anak tanpa menikah
2. Perbedaan kloning dengan bayi tabung adalah
 - a. pada kloning terjadi perkembangbiakan generatif
 - b. pada bayi tabung membutuhkan sel telur
 - c. pada kloning membutuhkan sel kelenjar mammae
 - d. pada kloning perkembangan embrionya terjadi di uterus
3. Keuntungan dari bercocok tanam secara hidroponik adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - a. hanya menggunakan lahan yang sempit
 - b. hemat pupuk
 - c. rentan terhadap penyakit yang berasal dari dalam tanah
 - d. resisten terhadap penyakit yang berasal dari dalam tanah
4. Bagian tumbuhan yang baik untuk dijadikan objek kultur jaringan adalah
 - a. ujung daun pangkal batang
 - b. tengah daun dan ujung akar
 - c. ujung akar dan ujung batang
 - d. daun muda dan akar muda
5. Jaringan tumbuhan yang diambil untuk kultur jaringan adalah
 - a. kalus
 - b. plant
 - c. eksplan
 - d. objek
6. Salah satu manfaat dari rekayasa reproduksi untuk mengobati penyakit
 - a. ginjal
 - b. diabetes mellitus
 - c. jantung
 - d. hati
7. Di bawah ini adalah produk bioteknologi, *kecuali*
 - a. antibiotika
 - b. tempe
 - c. susu
 - d. es krim
8. Pada bioteknologi modern, yang diandalkan adalah
 - a. reproduksi organisme
 - b. rekayasa genetika
 - c. mikroorganisme
 - d. organisme



9. Yang merupakan contoh dari bioteknologi konvensional adalah
- oncom
 - enzim
 - penicillin
 - interferon
10. Dalam pembuatan yoghurt, agen biologi yang bertindak adalah
- aspergillus niger*
 - bacillus subtilis*
 - aspergillus soyae*
 - lactobacillus vulgaris*

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

- Jelaskan apa yang dimaksud dengan kloning?
- Tuliskan lima jenis makanan yang dalam prosesnya menggunakan jasa mikroorganisme.
- Tuliskan manfaat rekayasa genetika.
- Bagaimanakah cara membuat tanaman hidroponik? Berikan contohnya.
- Mengapa bioteknologi dapat mengubah kehidupan makhluk hidup?



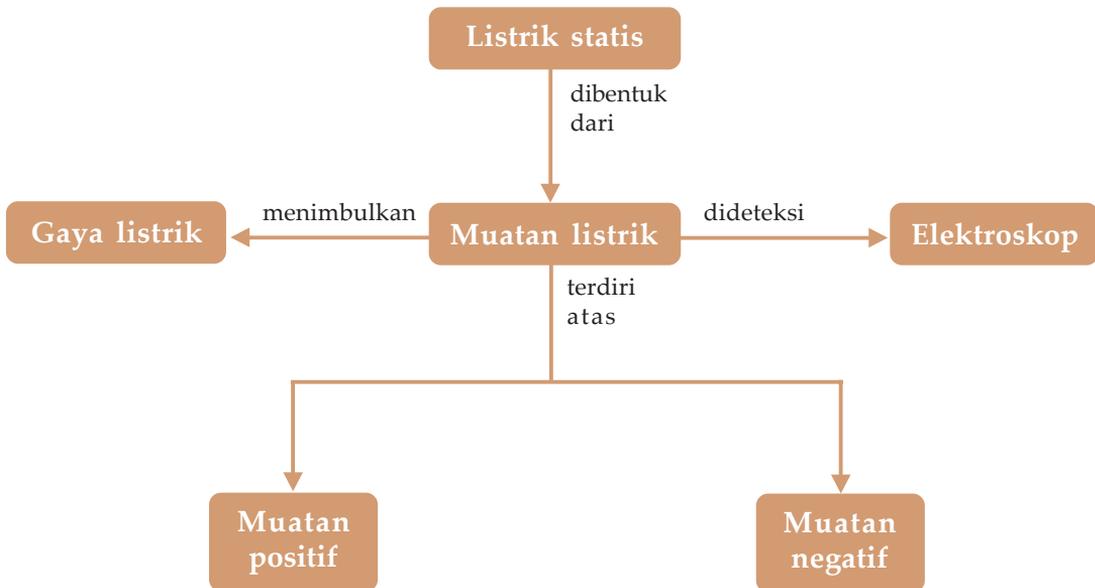
- ◆ Adakah materi yang sulit kamu pahami?
- ◆ Apakah kamu menggunakan buku referensi lainnya untuk memahami materi ini?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu pada buku kerja.



(Sumber: Dok. Penerbit)

Pernahkah kamu menyentuh layar TV atau monitor komputer yang nyala? Kamu mungkin akan merasakan sengatan kecil pada jari tanganmu. Apa yang menyebabkan kamu merasakan sengatan tersebut? Penyebab sengatan tersebut sebetulnya sama dengan penyebab terjadinya petir, yaitu listrik statis. Apakah listrik statis itu? Setelah belajar bab ini, kamu pasti dapat *menggambarkan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis.*

Peta Konsep



Kata-Kata Kunci

- Listrik statis
- Hukum Coulomb
- Konduktor
- Isolator
- Gaya listrik
- Elektroskop

Soal Prasyarat

- ☺ Sebutkan kandungan dari inti atom.
- ☺ Disebut apakah bagian atom yang bermuatan listrik negatif?
- ☺ Disebut apakah bagian atom yang bermuatan listrik positif?
- ☺ Bagaimana interaksi antara proton dengan elektron?



A. Muatan Listrik



Apakah yang kamu ketahui tentang muatan listrik? Apakah muatan listrik dibentuk dari listrik statis? Apa betul listrik itu bermuatan? Bagaimana cara mengetahui bahwa listrik bermuatan? Coba kamu lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan 1

Membuktikan Muatan Listrik

Alat dan bahan

- kertas tisu
- plastik transparansi
- gunting

Cara kerja

1. Buat potongan-potongan kecil kertas tisu.
2. Gosok-gosokkan plastik transparansi atau plastik sampul buku dengan kain (misalnya pada kain celana/rokmu).
3. Dekatkan plastik tersebut pada potongan kertas-kertas itu. Gejala apakah yang kamu amati? Catat hasil pengamatanmu.
4. Ganti potongan-potongan kertas tisu tersebut dengan benda-benda kecil lainnya, kemudian ulangi kegiatan di atas.
5. Ulangi lagi kegiatan di atas dengan benda-benda lain yang digosok sebagai pengganti plastik.

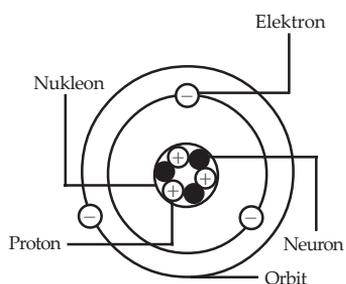
Analisis dan diskusi

1. Bandingkan hasil pengamatanmu terhadap perilaku kertas atau benda-benda kecil lainnya pada berbagai kegiatan yang telah kamu lakukan.
2. Apakah plastik transparansi bermuatan listrik?
3. Apakah potongan kertas tisu bermuatan listrik?
4. Buat sebuah uraian yang menurut kamu dapat menjelaskan kejadian-kejadian seperti yang telah kamu amati tersebut.



Pada **Kegiatan 1**, kamu mengamati potongan-potongan kertas tisu yang mula-mula diam di atas meja kemudian meloncat dan akhirnya menempel pada plastik yang telah digosok. Gejala ini dapat pula kamu amati jika kamu menggosok-gosokkan sisir pada rambut kering, ternyata sisir tersebut dapat menarik potongan-potongan kertas. Gejala serupa terjadi pada saat kamu menyetrika baju dari kain nilon, ternyata baju-baju tersebut menjadi lengket satu dengan lain. Pada berbagai peristiwa tersebut kamu mengamati bahwa benda-benda tersebut menjadi “bermuatan listrik”.

Gambar 7.1
Struktur atom.

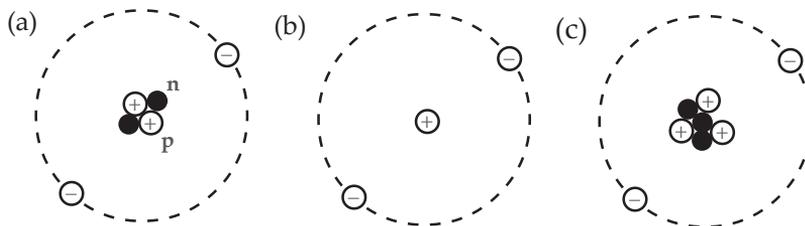


Seperti yang telah kamu pelajari tentang teori atom, setiap benda terdiri atas atom-atom. Model atom yang sekarang dikenal adalah model atom hasil penyelidikan dan teori-teori yang dikemukakan oleh E. Rutherford (1871-1937), Niels Bohr (1885-1962),

dan ahli fisika lain dari berbagai negara. Sebuah atom terdiri atas inti atom dan elektron. Inti atom terdiri atas satu atau lebih proton dan neutron, tergantung pada jenis atomnya. Proton bermuatan positif, sedangkan neutron tidak bermuatan. Elektron bermuatan negatif mengelilingi inti atom.

Suatu atom dikatakan netral jika jumlah muatan positif (jumlah proton) sama dengan jumlah muatan negatif (jumlah elektron). Atom akan bermuatan negatif jika atom tersebut mendapatkan kelebihan elektron. Atom akan bermuatan positif jika atom tersebut kekurangan elektron. Perhatikan **Gambar 7.2** berikut.

Gambar 7.2
(a) Atom bermuatan netral, (b) Atom bermuatan negatif, (c) Atom bermuatan positif.

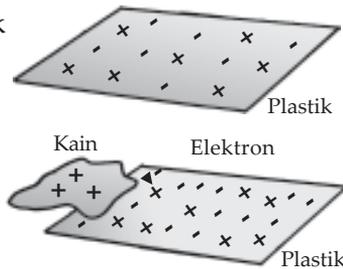


Atom Helium memiliki inti yang terdiri atas 2 proton dan 2 neutron serta dikelilingi 2 elektron. Atom bermuatan negatif jika atom tersebut mendapatkan tambahan elektron.



Atom Hidrogen yang netral terdiri atas 1 elektron, namun atom tersebut mendapatkan tambahan 1 elektron, sehingga bermuatan negatif. Atom bermuatan positif jika atom tersebut kekurangan elektron. Atom Litium yang netral memiliki 3 elektron, namun atom tersebut kehilangan 1 elektron sehingga bermuatan positif.

Sekarang bayangkan plastik transparansi yang kamu gunakan pada **Kegiatan 1**, lalu perhatikan **Gambar 7.3**. Mula-mula plastik tersebut bersifat netral.



Gambar 7.3
Cara memperoleh muatan listrik.

Pada saat plastik tersebut digosok dengan kain, sebagian elektron di kain berpindah menuju plastik. Plastik tersebut sekarang tidak lagi netral, namun bermuatan negatif, dan dapat menarik potongan-potongan kertas. Apa yang terjadi pada kain? Sebenarnya kain tersebut tidak lagi netral, namun bermuatan positif. Mengapa? Hal tersebut terjadi karena sebagian elektron-elektron pada kain berpindah menuju plastik.

Melalui **Kegiatan 1** tersebut, ternyata kamu dapat menghasilkan kumpulan muatan listrik pada plastik, dengan cara menggosok. Kumpulan muatan listrik pada suatu benda disebut listrik statis.

1. Interaksi antara benda-benda bermuatan listrik

Berdasarkan teori atom, kamu mendapatkan pemahaman bahwa muatan listrik tidak hanya satu jenis, melainkan dua jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Lakukan **Kegiatan 2** untuk mempelajari interaksi benda-benda bermuatan listrik sejenis dan yang tak sejenis.

Kegiatan 2

Mempelajari Interaksi Benda-benda Bermuatan Listrik

Alat dan bahan

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> penggaris plastik | <input checked="" type="checkbox"/> kain sutera |
| <input checked="" type="checkbox"/> batang kaca | <input checked="" type="checkbox"/> statif |
| <input checked="" type="checkbox"/> kain wool | <input checked="" type="checkbox"/> benang |

Cara kerja

1. Ikatkan sebatang penggaris plastik pada statif. Gosok-gosokkan satu ujung penggaris tersebut dan satu ujung penggaris plastik kedua dengan kain wool.
2. Dekatkan penggaris plastik kedua ke penggaris plastik yang digantung. **Amati** perilaku kedua penggaris tersebut. **Catat** hasil pengamatanmu.
3. Dengan cara yang sama, lakukan untuk batang kaca yang digosok dengan kain sutera.
4. Sekarang, gosok kembali satu ujung penggaris plastik yang digantung dengan kain wool dan batang kaca dengan kain sutera. Dekatkan batang kaca pada penggaris tersebut. **Amati** perilaku kedua benda tersebut, **catat** hasil pengamatanmu.

Analisis dan diskusi

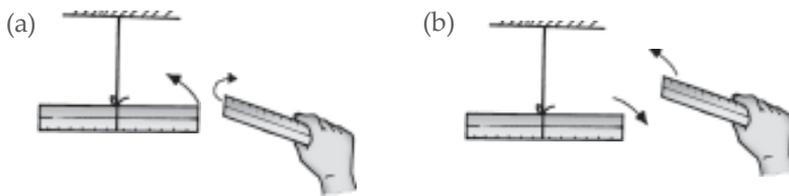
1. Apakah penggaris bermuatan listrik setelah digosokkan pada kain wool? Jelaskan.
2. Apakah batang kaca bermuatan listrik setelah digosokkan pada kain sutera? Jelaskan.
3. Apa yang terjadi jika penggaris setelah digosokkan pada kain sutera? Jelaskan.
4. Buat kesimpulan dari hasil kegiatanmu.

Berdasarkan **Kegiatan 2**, kamu dapat mengamati bahwa jika dua penggaris plastik yang telah digosok dengan kain wool saling didekatkan, ternyata penggaris plastik tersebut saling tolak-menolak. Gejala serupa dapat kamu amati, jika dua batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera didekatkan, ternyata juga saling tolak-menolak.

Kamu dapat dengan mudah menyatakan, karena kedua penggaris plastik tersebut digosok dengan kain yang serupa, tentu saja muatan yang terdapat pada penggaris plastik tersebut sejenis. Demikian juga halnya dengan kedua batang kaca, pastilah memiliki muatan sejenis karena digosok dengan benda yang serupa. Hasil pengamatanmu ternyata menunjukkan bahwa benda-benda yang bermuatan listrik sejenis akan



tolak-menolak, atau dapat disimpulkan lebih lanjut muatan listrik sejenis tolak-menolak, perhatikan **Gambar 7.4**.



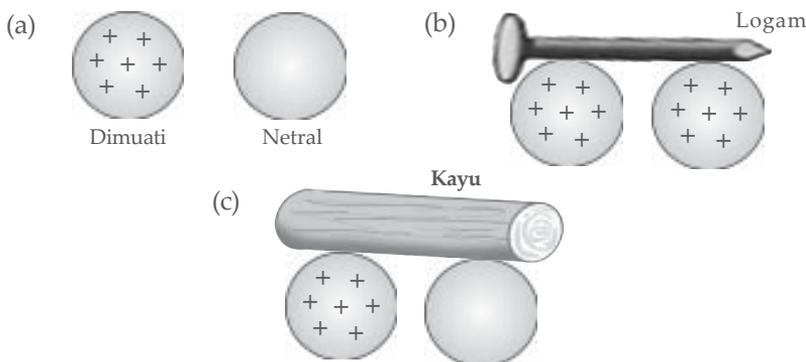
Gambar 7.4

(a) Muatan sejenis tolak-menolak,
(b) muatan tak sejenis akan tarik-menarik.

Bagaimana hasil ini jika dikaitkan dengan keberadaan atom-atom penyusun penggaris plastik dan batang kaca? Ketika penggaris plastik tersebut digosok dengan kain wool, elektron-elektron dari kain wool berpindah ke penggaris plastik, sehingga penggaris plastik tersebut bermuatan listrik negatif. Sebaliknya, ketika batang kaca digosok dengan kain sutera, elektron-elektron pada batang kaca tersebut berpindah ke kain sutera, sehingga batang kaca bermuatan positif. Akibatnya, antara penggaris plastik dengan batang kaca terjadi tarik-menarik.

2. Konduktor dan isolator

Bayangkan, kita memiliki dua buah bola logam. Salah satu bola dimuati, sedangkan bola yang lain netral (**Gambar 7.5.a**). Selanjutnya kita tempatkan paku besi, sehingga paku menyentuh kedua bola itu. Ternyata kita mendapatkan, bola kedua dengan cepat menjadi bermuatan. Hal ini disebabkan sebagian muatan listrik pada bola pertama berpindah menuju bola kedua melalui paku besi (**Gambar 7.5.b**). Namun seandainya kita tidak menggunakan paku besi, tetapi kayu, ternyata bola kedua tetap netral, artinya muatan listrik pada bola pertama tidak berpindah menuju bola kedua (**Gambar 7.5c**). Kamu dapat menggunakan tespen untuk mengetahui apakah bola logam tersebut bermuatan listrik.



Gambar 7.5

(a) Dua bola logam, satu bermuatan dan yang lain netral,
(b) Kedua bola dihubungkan dengan paku besi, bola kedua menjadi bermuatan,
(c) Jika paku diganti kayu, maka bola kedua tetap netral.



Benda-benda yang berperilaku seperti paku besi digolongkan sebagai konduktor listrik, yaitu benda-benda yang dapat menghantarkan listrik. Sebaliknya, benda-benda yang berperilaku seperti kayu digolongkan sebagai isolator listrik, yaitu benda-benda yang tidak dapat menghantarkan listrik. Dapatkah kamu memberikan contoh lain konduktor dan isolator listrik? Selain bersifat konduktor dan isolator, ada benda-benda yang bersifat di antara kategori tersebut. Misalnya silikon, germanium, dan arsen. Benda-benda ini termasuk dalam kategori semi-konduktor.

Latihan 1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan bagian-bagian dari atom.
2. Apa yang terjadi jika benda bermuatan positif didekatkan dengan benda bermuatan negatif?
3. Sebutkan 5 contoh benda yang ada disekitarmu termasuk konduktor listrik.
4. Apa perbedaan konduktor dan isolator?
5. Sebutkan benda-benda yang termasuk dalam semi-konduktor.



B. Elektroskop

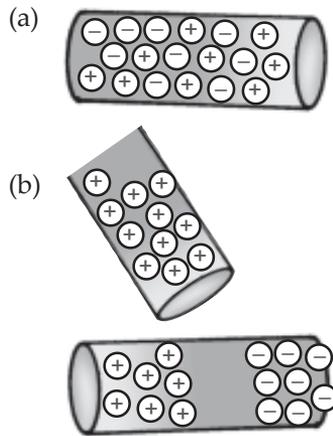


Kamu telah mengetahui bahwa dengan menggosok, kamu dapat memperoleh muatan listrik. Muatan listrik dapat pula diperoleh dengan menyentuh benda yang tidak bermuatan kepada benda yang bermuatan. Pada akhirnya kedua benda tersebut memiliki muatan dengan tanda yang sama. Proses demikian ini disebut cara konduksi atau kontak.

Jika benda yang bermuatan positif didekatkan pada batang logam netral, namun tidak disentuh, apa yang terjadi? Lihat **Gambar 7.6**.



Pada **Gambar 7.6** elektron-elektron pada batang logam netral tidak meninggalkan logam, namun akan bergerak menuju benda bermuatan positif, dan meninggalkan muatan positif di ujung lain. Walaupun secara keseluruhan batang logam tersebut netral, namun pada batang logam tersebut terjadi pemisahan muatan. Jika kita dapat memotong logam tersebut, maka kita akan memperoleh dua potong logam dengan muatan listrik yang tidak sejenis. Pemuatan listrik dengan cara demikian disebut pemuatan secara induksi.

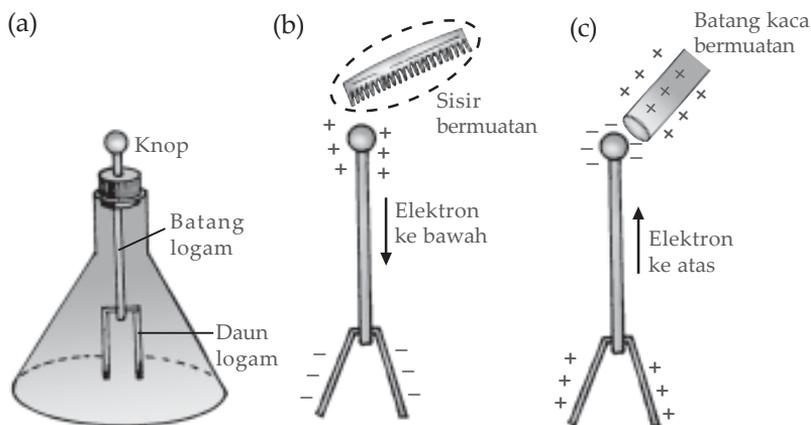


Gambar 7.6

Memberi muatan dengan cara induksi. (a) Batang logam netral, (b) Batang logam secara keseluruhan netral, namun terjadi pemisahan muatan listrik pada batang tersebut.

1. Elektroskop

Keberadaan muatan listrik pada sebuah benda dapat diketahui dengan elektroskop. Bangun elektroskop terdiri atas dua buah daun logam tipis yang dipasang pada ujung batang logam. Ujung lain batang itu biasanya dipasang bola logam (*knob*). Untuk menghindarkan dari berpindahnya muatan ke udara bebas, batang tersebut dimasukkan ke dalam kaca.



Gambar 7.7

Elektroskop dan cara kerjanya.

Perhatikan **Gambar 7.7**. Elektroskop, pada saat netral daun-daun logam menguncup; saat sisir bermuatan negatif didekatkan, elektron pada batang logam terdorong menuju daun elektroskop, dan daun mekar; saat kaca bermuatan positif didekatkan elektron pada batang logam bergerak ke knob, sehingga daun bermuatan positif, dan daun mekar.



Mengetahui Keberadaan Muatan Listrik

Gosok-gosok ujung penggaris plastik dengan kain wool. Sentuhkan ujung penggaris tersebut pada knop elektroskop. Amati daun-daun elektroskop tersebut.

Sentuh dengan tangan, sehingga daun-daun elektroskop menguncup.

Ulangi lagi kegiatan di atas untuk batang kaca yang digosok dengan kain sutera.

Analisis

Paparkan hasil pengamatanmu, serta coba jelaskan mengapa hasilnya seperti yang kamu amati. Buat gambar untuk melengkapi penjelasanmu.

Seperti yang telah kamu lakukan dalam **Lab Saku** di samping, misalkan kamu mendekatkan sisir bermuatan negatif pada knob elektroskop. Elektron-elektron pada batang logam akan terdorong menuju dua daun elektroskop, sedangkan pada knop akan mengumpul muatan positif. Kedua daun tersebut mendapatkan elektron, sehingga bermuatan negatif. Akibatnya kedua daun tersebut tolak-menolak dan mekar. Dapatkah kamu menjelaskan, apa yang terjadi jika batang kaca yang bermuatan positif didekatkan pada elektroskop?

2. Pengosongan muatan listrik

Muatan listrik pada suatu benda dapat hilang dengan pengosongan. Pengosongan muatan listrik dapat terjadi jika ada jalan agar muatan yang terkumpul pada suatu benda dapat berpindah ke benda lain, atau ke bumi. Pengosongan muatan listrik ke bumi disebut pentanahan.

Kita tidak khawatir dengan pengosongan muatan listrik pada benda-benda seperti plastik, sisir, batang kaca, dan lain-lain. Namun kita mesti berhati-hati dan peduli dengan pengosongan muatan listrik yang besar, misalnya pengosongan muatan listrik pada awan dalam bentuk petir. Perhatikan **Gambar 7.8** untuk mengetahui petir sebagai peristiwa pengosongan muatan listrik.



Gambar 7.8

Petir merupakan peristiwa pengosongan muatan listrik yang besar dalam waktu singkat.

(Sumber: Clip Art)

Selain berbahaya bagi manusia karena dapat mengakibatkan kematian bagi yang disambarnya, petir dapat menyebabkan kerusakan bangunan yang tinggi. Untuk

mencegahnya, gedung-gedung dipasang penangkal petir. Penangkal petir berupa batang logam yang berujung lancip, dan dihubungkan ke tanah dengan kawat logam yang relatif besar. Penangkal petir menyediakan jalan bagi muatan listrik di awan agar dapat berpindah menuju tanah melalui kawat, dan bukannya melalui bangunan.



C. Hukum Coulomb



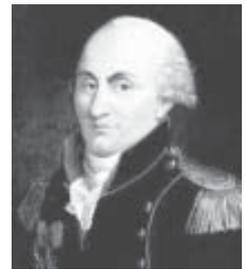
Kamu telah mengetahui, bahwa benda-benda yang bermuatan sejenis akan tolak-menolak, dan benda-benda yang bermuatan tidak sejenis akan tarik-menarik. Tarik-menarik dan tolak-menolak tersebut diakibatkan oleh adanya gaya tarik atau gaya tolak. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi besarnya gaya listrik tersebut?

Pada **Kegiatan 2**, tentunya kamu mengetahui, bahwa besarnya gaya tarik atau tolak pada benda-benda bermuatan listrik ternyata dipengaruhi oleh jarak antara benda bermuatan tersebut. Kamu harus mendekatkan penggaris plastik yang telah digosok sedekat mungkin dengan batang kaca, agar kamu dapat melihat gejala gaya tarik yang terjadi. Jika penggaris plastik kamu letakkan pada relatif jauh dari batang kaca, maka gaya tarik yang terjadi tidak dapat diamati, karena kecilnya. Ternyata, gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara muatan listrik dipengaruhi oleh jarak antara muatan tersebut. Jika jarak antara muatan kecil (berdekatan), maka gaya listrik yang terjadi besar. Sebaliknya jika jaraknya diperbesar (berjauhan), maka gaya listrik yang terjadi kecil.

Kamu juga mengamati, agar gaya tarik-menarik atau tolak-menolak yang terjadi besar, kamu harus menggosok batang kaca atau penggaris plastik dengan kain keras-keras dan beberapa kali gosokan. Semakin keras dan sering kamu menggosoknya, muatan listrik yang terkumpul juga semakin besar. Hal ini menunjukkan semakin banyak muatan listrik yang ada, gaya listrik yang terjadi juga semakin besar.

Gejala seperti yang kamu amati di atas telah diselidiki oleh ilmuwan Perancis yang bernama Charles Coulomb (1736-1806). Pada tahun 1785, beliau menyelidiki hubungan

Tokoh IPA



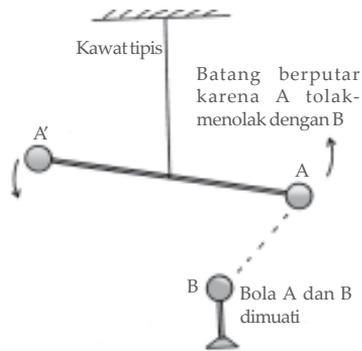
Ilmuwan Prancis, Charles Coulomb (1736-1806), menyelidiki hubungan antara muatan dan jarak antara muatan dengan besar gaya listrik yang dihasilkan.
(Sumber : paulhutch.com)



antara besar muatan dan jarak antara muatan dengan besar gaya listrik yang dihasilkan.

Gambar 7.9

Percobaan Coulomb. Dengan mengukur sudut penyimpangan AA' dari semula, ia dapat menentukan gaya listrik yang terjadi.



Penyelidikan Coulomb menggunakan 2 bola konduktor kecil A dan A' yang digantungkan melalui kawat tipis (lihat **Gambar 7.9**). Bola serupa, yaitu bola B diletakkan di dekat bola A. Bola A dan B bersama-sama disentuh pada benda bermuatan, sehingga mendapatkan muatan yang sama, karena

ukuran bola tersebut sama. Ketika bola B diletakkan pada jarak tertentu dari bola A, maka batang penghubung A dan A' akan berputar sedikit. Dengan mengukur sudut putaran tersebut, Coulomb dapat menentukan gaya yang diperlukan untuk memutarinya.

Dengan menempatkan bola B yang berubah-ubah jaraknya dari bola A, dan mengukur gaya listrik yang dihasilkan, Coulomb berkesimpulan bahwa gaya listrik (F) yang terjadi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua pusat bola A dan B. Pernyataan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Berdasarkan hasil tersebut, jika jarak antara muatan listrik menjadi 2 kalinya, ternyata gaya listrik yang terjadi tinggal $\frac{1}{2^2}$ atau $\frac{1}{4}$ dari gaya semula. Jika jarak antara muatan listrik dijadikan 3 kalinya, maka gaya listrik yang terjadi tinggal $\frac{1}{3^2}$ atau $\frac{1}{9}$ dari gaya semula.

Coulomb selanjutnya mengubah-ubah muatan listrik pada bola A dan bola B, dengan cara menyentuh bola A dan bola B pada bola serupa yang netral, sehingga muatan di bola A dan bola B menjadi tinggal separuhnya. Hasil percobaannya menunjukkan, gaya listrik berbanding lurus dengan besar muatan di bola A (q_A) dan besar muatan di bola B (q_B), atau



$$F \propto q_A q_B$$

Berdasarkan hasil tersebut, misalkan muatan di bola A menjadi 2 kali semula, dan muatan di bola B menjadi 3 kali semula, maka gaya listrik yang terjadi menjadi 2×3 atau 6 kali semula.

Berdasarkan hasil-hasil di atas, akhirnya Coulomb menyimpulkan besar gaya listrik antara dua muatan listrik yang terpisah pada jarak tertentu berbanding lurus dengan besar kedua muatan tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua muatan tersebut. Pernyataan ini dikenal sebagai Hukum Coulomb, secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

- dengan q = muatan listrik coulomb (C)
- r = jarak meter (m)
- F = Gaya Newton (N)
- k = konstanta = $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

Satuan muatan listrik

Muatan suatu benda sangat sulit untuk diukur secara langsung. Tetapi Coulomb menunjukkan bahwa besarnya muatan listrik dapat ditentukan dengan cara mengukur gaya listrik yang dihasilkannya. Di dalam sains, setiap besaran memiliki satuan. Satuan muatan listrik dalam sistem SI adalah coulomb (C). Muatan listrik 1 elektron adalah $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb, dan jenisnya negatif, sedangkan muatan listrik 1 proton besarnya sama dengan muatan 1 elektron, namun jenisnya positif. Besar muatan 1 elektron disebut muatan elementer, dan merupakan besar muatan terkecil di alam.

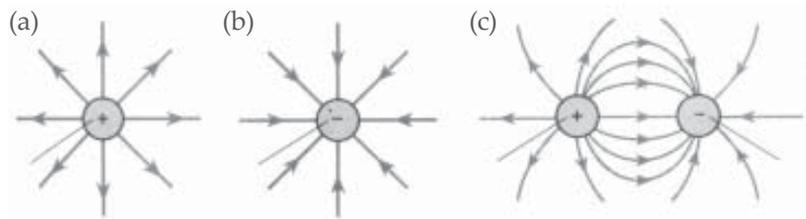
D. Medan Listrik

Coba kamu ingat kembali pelajaran sebelumnya, bahwa setiap benda bermuatan listrik. Jika benda A yang bermuatan listrik diletakkan di suatu ruang yang di dalamnya sudah ada

benda B. Jika benda B bermuatan listrik, benda A akan mengalami gaya listrik juga. Ruang di sekitar A maupun B disebut medan listrik. Jadi, yang dimaksud dengan medan listrik (E) adalah ruangan di sekitar benda bermuatan listrik yang mengalami gaya listrik.

Jika suatu benda yang bermuatan listrik diletakkan di suatu ruangan, maka dalam ruangan tersebut terdapat medan listrik. Jika benda lain yang bermuatan listrik diletakkan di ruang tersebut, maka kedua benda akan mengalami gaya.

Jika muatan kedua benda sejenis, maka gaya yang terjadi adalah gaya tolak-menolak dan jika kedua benda mempunyai muatan yang tidak sejenis, maka gaya yang terjadi adalah gaya tarik-menarik.



Gambar 7.10
Garis-garis gaya listrik.

Medan listrik dilukiskan dengan garis-garis gaya listrik yang arahnya dari kutub positif ke kutub negatif (**Gambar 7.10**). Kuat medan listrik bergantung pada kerapatan garis-garis gaya listrik. Besar kuat medan listrik dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut.

$$E = \frac{F}{q}$$

dengan E = kuat medan listrik N/C
 F = gaya Coulomb N
 q = besar muatan listrik C

Karena

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2}$$

berarti

$$E = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2 q}$$

dengan k = tetapan = $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
 r = jarak antara dua muatan m
 q = muatan listrik pada sumber medan C

Contoh

Dua benda A dan B masing-masing bermuatan listrik sebesar 6×10^{-9} C dan 8×10^{-9} C pada jarak 4 cm. Tentukan:

- gaya tolak-menolak antara kedua benda itu tersebut,
- kuat medan listrik pada titik B oleh muatan A.

Diketahui : $q_a = 6 \times 10^{-9}$ C

$$q_b = 8 \times 10^{-9}$$

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

Ditanya : a. F

b. E

Jawab

$$\begin{aligned} \text{a. } F &= k \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \left(\frac{6 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^{-9}}{(4 \times 10^{-2})^2} \right) \text{ C}^2\text{m}^{-2} \\ &= 9 \times 10^9 \times 3 \text{ N} \\ &= 2,7 \times 10^{-9} \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi, muatan yang listrik mengalir adalah $2,7 \times 10^{-9}$ N.

$$\begin{aligned} \text{b. } E &= \frac{F}{q_b} \\ E &= \frac{2,7 \times 10^{-9} \text{ N}}{8 \times 10^{-9} \text{ C}} \\ &= 0,34 \text{ N/C} \end{aligned}$$

Jadi, kuat medan listrik pada titik B adalah 0,34 N/C.

Latihan 2

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya gaya listrik.
- Sebutkan contoh peristiwa di sekitarmu yang termasuk dalam pengosongan muatan listrik.
- Apa perbedaan dari induksi dan konduksi dalam pengumpulan muatan listrik?

4. Dua buah benda A dan B masing-masing memiliki muatan listrik sejenis 3×10^{-9} C dan 5×10^{-9} C terpisah sejauh 3 cm. Jika $k = 9 \times 10^9$ Nm²/C², maka hitung gaya tolak antara kedua muatan listrik tersebut.
5. Besar gaya Coulomb antara dua benda adalah 7×10^{-5} N. Hitunglah besar kuat medan listrik pada salah satu muatan oleh muatan lain yang besarnya $3,5 \times 10^{-9}$ C.



Bina Keterampilan

Gambar bagan elektroskop. Jelaskan cara kerja elektroskop tersebut di depan kelas.



Rangkuman



1. Kumpulan muatan listrik pada suatu benda disebut listrik statis.
2. Terdapat dua jenis muatan listrik, yaitu muatan positif dan negatif.
3. Muatan-muatan yang sejenis tolak-menolak dan muatan yang tidak sejenis tarik-menarik.
4. Pengumpulan muatan listrik dapat diperoleh melalui cara menggosok, menyentuhkan benda netral dengan benda bermuatan (konduksi), dan induksi.
5. Muatan listrik dapat dideteksi dengan elektroskop.
6. Penghilangan muatan listrik yang terkumpul pada suatu benda disebut pengosongan muatan.
7. Hukum Coulomb menyatakan, bahwa gaya yang terjadi antara dua buah muatan berbanding lurus dengan besar muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan itu.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Kumpulan muatan listrik pada suatu benda disebut
 - a. listrik dinamis
 - b. listrik statis
 - c. kuat arus
 - d. energi
2. Kilat merupakan perpindahan ... ke bumi.
 - a. proton
 - b. elektron
 - c. neutron
 - d. nukleon
3. Suatu benda bermuatan positif jika benda itu
 - a. kehilangan elektron
 - b. mendapatkan elektron
 - c. mendapatkan proton
 - d. mendapatkan neutron
4. Benda-benda yang dapat menghantarkan listrik disebut
 - a. konduktor
 - b. isolator
 - c. semikonduktor
 - d. salah semua
5. Dua benda bermuatan sama didekatkan pada jarak tertentu, ternyata gaya listrik yang terjadi adalah F . Jika jarak kedua benda itu menjadi setengah semula, maka gaya listrik yang terjadi adalah
 - a. $\frac{1}{4} F$
 - b. $\frac{1}{2} F$
 - c. $2 F$
 - d. $4 F$
6. Penggaris plastik bermuatan negatif didekatkan pada sepotong kertas. Kertas tersebut ditarik menuju penggaris. Kejadian ini menunjukkan saat itu pada kertas tersebut terjadi
 - a. isolasi
 - b. induksi
 - c. konduksi
 - d. pengosongan muatan
7. Terdapat 4 buah benda bermuatan listrik A, B, C, dan D. Benda A dengan B tarik menarik, B dengan C tolak menolak, dan C dengan D tarik menarik. Jika benda A ternyata adalah batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera, pernyataan manakah yang benar?
 - a. B dan C bermuatan negatif, D bermuatan positif.
 - b. B dan C bermuatan positif, D bermuatan negatif.
 - c. B bermuatan positif, C dan D bermuatan negatif.
 - d. B bermuatan negatif, C dan D bermuatan positif.
8. Alat pendeteksi muatan listrik adalah
 - a. termometer
 - b. termoskop
 - c. elektroskop
 - d. isolator

9. Satuan muatan listrik adalah

- a. kg
- b. coulomb
- c. joule
- d. watt

10. Penggosongan muatan listrik ke bumi disebut

- a. pentanahan
- b. induksi
- c. konduksi
- d. elektroskop

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Roni menggosokkan dua batang logam pada kain sutera. Kemudian batang logam tersebut didekatkan satu sama lain dan terjadi tolak-menolak. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan.
2. Dua buah benda masing-masing bermuatan -8×10^{-9} C dan $+6 \times 10^{-9}$ C berada pada jarak 4 cm satu sama lain. Jika $k = 9 \times 10^9$ Nm²C⁻², maka tentukan besar gaya tolak atau gaya tarik kedua benda tersebut.
3. Misalkan kamu telah menyentuh benda bermuatan positif pada knop elektroskop. Apa yang terjadi pada daun elektroskop, jika benda bermuatan negatif yang relatif besar didekatkan pada knop elektroskop?
4. Bagaimana penangkal petir dapat melindungi bangunan dari ancaman tersambar petir?
5. Mengapa bermain sepak bola di lapangan atau berteduh di bawah pohon yang tinggi di waktu hujan berbahaya?



- ◆ Apa kamu kesulitan ketika belajar materi bab ini?
- ◆ Coba kamu buat resume tentang materi bab ini berdasarkan pemahamanmu. Kamu dapat menambah pengetahuanmu tentang materi bab ini melalui *browsing* di internet.



Bab

8

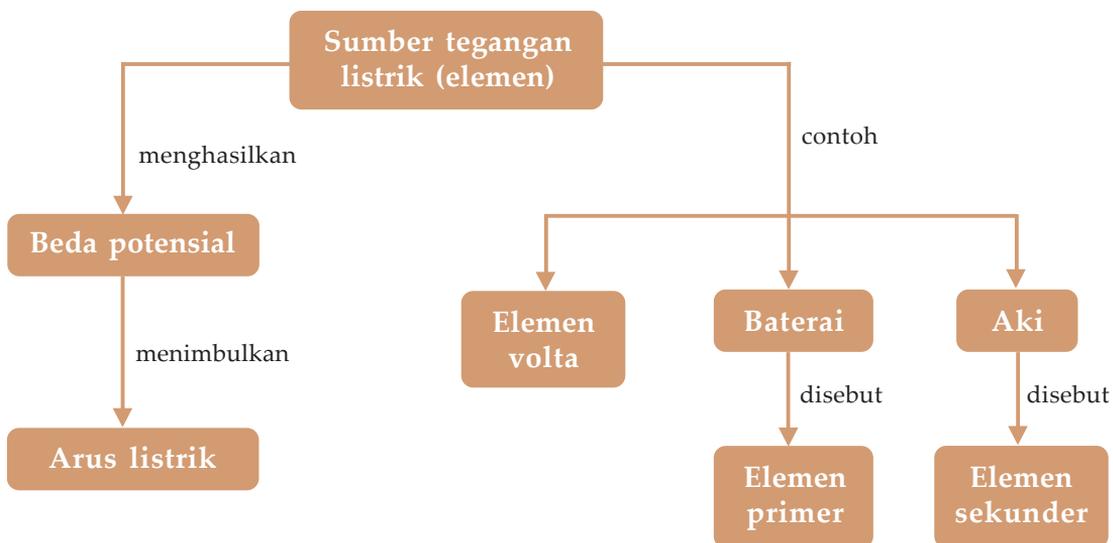
ELEMEN DAN ARUS LISTRIK



(Sumber: www.mahatmiya)

Pernahkah kamu berpikir bahwa kamu telah memanfaatkan listrik dalam kehidupan sehari-hari? Lampu untuk belajar di malam hari dan setrika listrik untuk melicinkan pakaian merupakan contoh pemanfaatan listrik. Namun, tidakkah kamu bertanya-tanya apa yang menyebabkan peralatan tersebut berfungsi? Kamu akan tahu jawabannya setelah belajar tentang *prinsip kerja elemen dan arus listrik serta penerapannya* dalam bab ini.

Peta Konsep



Kata-Kata Kunci

- Arus listrik
- Beda potensial
- Sumber tegangan listrik
- Tegangan jepit

Soal Prasyarat

- ☺ Apakah satuan dari muatan listrik?
- ☺ Rangkaian listrik di rumahmu mempunyai sumber tegangan listrik. Sebutkan sumber tegangan listrik yang dapat menyalakan lampu rumahmu sehingga tidak gelap.



A. Arus Listrik



Pada Bab Listrik Statis kamu telah mempelajari bahwa muatan listrik dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Sebagai contoh, jika kamu menyentuh benda bermuatan negatif, maka elektron-elektron akan berpindah dari benda itu ke tubuhmu. Kilat yang kamu lihat sebenarnya juga merupakan perpindahan elektron-elektron. Namun, dapatkah kamu menyalakan lampu listrik dengan memanfaatkan benda bermuatan atau kilat? Kemungkinan besar tidak dapat, karena lampu tersebut memerlukan aliran elektron yang terus-menerus. Dalam bab ini kamu akan mempelajari cara-cara yang membuat elektron dapat mengalir terus-menerus serta cara-cara mengendalikan aliran elektron tersebut.



Kegiatan 1

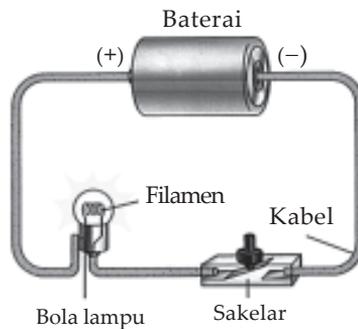
Cara-cara Menyalakan Lampu

Alat dan bahan

- baterai 1,5 V
- kabel
- sakelar
- lampu
- pisau kecil

Cara kerja

1. Kupas kedua ujung kabel dengan pisau kecil dan hari-hatilah jangan sampai tanganmu terluka.
2. Rangkai baterai, kabel, sakelar, dan lampu seperti gambar di samping.
3. Amati yang terjadi.



Analisis dan diskusi

1. Apakah lampu pada rangkaian tersebut menyala?
2. Diskusikan dengan temanmu, rumuskan cara merangkaikan baterai, lampu, sakelar, dan kabel, agar lampu tersebut menyala.

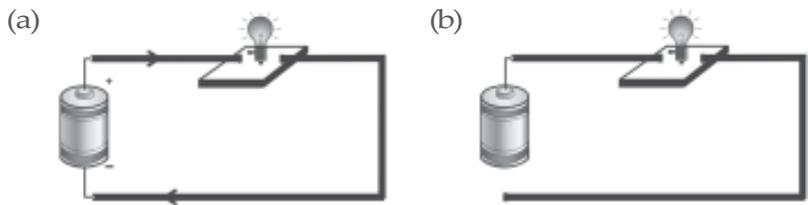
3. Ujilah cara yang kamu rumuskan. Ada berapa macam cara untuk menyalakan lampu yang kamu temukan? Gambarkan rangkaian yang berhasil menyalakan lampu tersebut.
4. Diskusikan dengan temanmu, apa kesamaan dari rangkaian-rangkaian yang kamu gambar? Selanjutnya tuliskan sebuah hipotesis untuk menjawab apa syarat yang diperlukan untuk menyalakan sebuah lampu listrik.
5. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.

Seperti yang telah kamu lakukan dalam **Kegiatan 1**, jika lampu dihubungkan dengan kutub-kutub baterai melalui kawat, maka terbentuk rangkaian yang tidak memiliki pangkal dan ujung. Rangkaian seperti ini disebut rangkaian tertutup atau sirkuit. Pada keadaan ini lampu menyala. Hal ini menunjukkan dalam rangkaian tertutup terjadi aliran muatan listrik.

Aliran muatan listrik disebut arus listrik. Arah arus listrik pada kawat dari kutub positif baterai menuju kutub negatif baterai. Arah arus listrik dalam rangkaian tertutup diperlihatkan pada **Gambar 8.1(a)**.

Gambar 8.1

- (a) Arus listrik timbul pada rangkaian tertutup,
- (b) Aliran muatan listrik tidak terjadi dalam rangkaian terbuka.



Besar arus listrik dinyatakan dengan kuat arus listrik, disimbolkan dengan I . Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang melalui penampang penghantar setiap sekon.

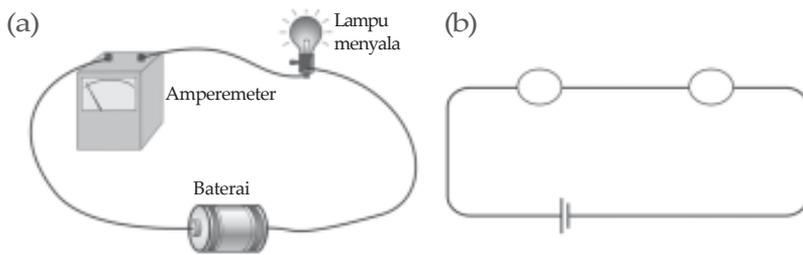
$$I = \frac{q}{t}$$

- dengan q = muatan listrik coulomb (C)
 t = waktu sekon (s)
 I = kuat arus ampere (A)



Jadi, $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$. Perhatikan bahwa $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$ dan $1 \text{ mikroampere } (\mu\text{A}) = 0,000001 \text{ A}$.

Kuat arus listrik diukur dengan menggunakan amperemeter. Sedangkan untuk kuat arus yang kecil, digunakan galvanometer sebagai alat untuk mengukurnya. Perhatikan cara merangkai amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik pada **Gambar 8.2**.



Gambar 8.2

(a) Cara mengukur kuat arus listrik, (b) Diagram rangkaian.

Contoh

Kuat arus pada sebuah rangkaian listrik sebesar 200 mA . Berapa besar muatan listrik yang mengalir pada rangkaian itu setiap menitnya?

Diketahui : kuat arus, $I = 200 \text{ mA} = 200 \times 0,001 \text{ A} = 0,2 \text{ A}$
waktu, $t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$

Ditanya : muatan listrik yang mengalir, q ?

Jawab

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

$$q = I \times t$$

$$\begin{aligned} q &= 0,2 \text{ A} \times 60 \text{ s} \\ &= 12 \text{ As} = 12 \text{ C} \end{aligned}$$

Jadi, muatan listrik yang mengalir adalah 12 C .

Sakelar

Ketika hari menjelang malam, kamu menyalakan lampu listrik. Bagaimana cara menyalakan lampu listrik? Kamu menekan tombol sakelar dinding dan lampu menyala. Ingat, lampu menyala menunjukkan adanya arus listrik. Arus listrik



timbul pada rangkaian tertutup. Jadi, sakelar digunakan untuk membuat rangkaian listrik menjadi tertutup atau terbuka. Perhatikan fungsi sakelar pada **Gambar 8.3**.

Gambar 8.3

Jika sakelar diubah ke dalam posisi menutup, maka lampu menyala. Sebaliknya jika sakelar membuka, lampu mati. Apa fungsi sakelar tersebut?



Ada dua jenis sakelar, yaitu sakelar manual dan otomatis. Sakelar manual menutup atau membuka rangkaian listrik dengan bantuan tangan. Sakelar untuk menyalakan lampu, sakelar pisau pada **Gambar 8.3**, merupakan contoh sakelar manual. Sedangkan sakelar otomatis bekerja dengan

bantuan peralatan elektronik. Contoh sakelar otomatis adalah sakelar untuk menyalakan lampu pengatur lalu lintas dan sakelar untuk menyalakan lampu jalan.

Latihan

1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apakah yang dimaksud dengan kuat arus listrik?
2. Apakah perbedaan dari amperemeter dengan galvanometer?
3. Apakah rangkaian listrik yang ada di rumahmu terdapat sakelar? Jika ada, maka sebutkan fungsi dari sakelar tersebut.
4. Kuat arus dalam sebuah rangkaian listrik sebesar 450 mA. Berapakah muatan listrik yang mengalir setiap 5 menit?
5. Jika muatan yang mengalir dalam kawat penghantar adalah 180 C setiap jamnya, maka berapakah kuat arus dalam penghantar tersebut?

B. Beda Potensial

Listrik yang kamu manfaatkan untuk menyalakan TV, radio, dan lampu bukan listrik statis. Peralatan tersebut memerlukan gerakan muatan listrik terus-menerus. Pada listrik statis, aliran muatan dengan cepat berhenti karena tidak

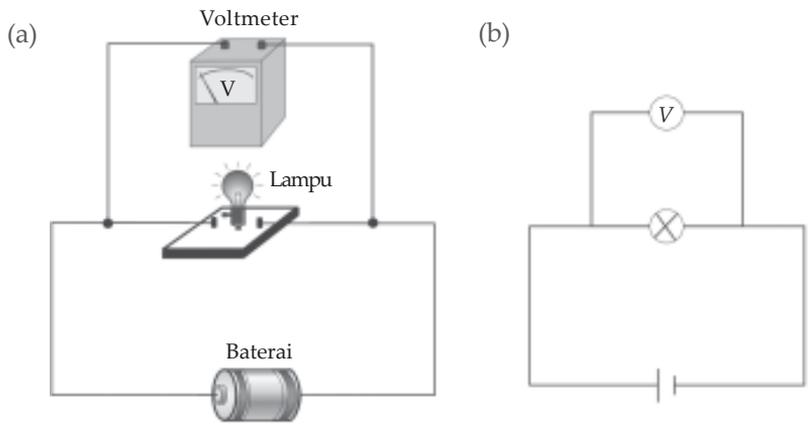
ada lagi perbedaan potensial (tegangan). Oleh karena itu, harus ada sumber tegangan listrik. Sumber tegangan listrik yaitu peralatan yang dapat menghasilkan beda potensial listrik secara terus-menerus. Beda potensial listrik diukur dalam satuan volt (V). Alat yang digunakan adalah voltmeter.

Dalam rangkaian listrik, sumber tegangan disimbolkan dengan tanda $\begin{matrix} + & | & - \\ | & & | \end{matrix}$ atau disederhanakan menjadi $\begin{matrix} + & | & - \\ | & & | \end{matrix}$, dengan tanda $\begin{matrix} + \\ | \\ - \end{matrix}$ menunjukkan kutub positif dan tanda $\begin{matrix} - \\ | \\ + \end{matrix}$ menunjukkan kutub negatif.

Kamu dapat mengukur beda potensial listrik antara dua tempat pada rangkaian, dengan cara seperti **Gambar 8.4**.

Mengidentifikasi sumber tegangan listrik

Elemen volta, baterai, aki, dan stop kontak merupakan contoh dari sumber tegangan listrik. Adakah contoh sumber tegangan listrik lainnya? Coba kamu baca literatur lain atau *browsing* di internet.



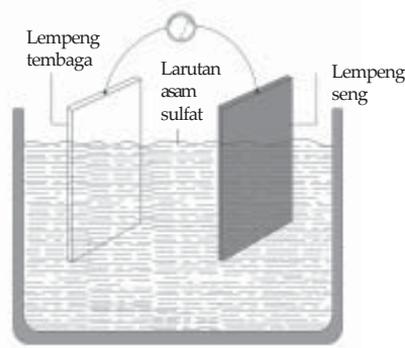
Gambar 8.4
(a) Cara mengukur beda potensial antara titik A dan B, (b) Diagram rangkaiannya.

1. Sumber-sumber tegangan listrik (elemen)

Sumber tegangan listrik mengubah berbagai bentuk energi menjadi energi listrik. Contoh sumber tegangan listrik antara lain elemen volta, baterai, aki, dan stop kontak di dinding rumahmu.

a. Elemen volta

Tahun 1800 Alessandro Volta menemukan dua buah logam yang berbeda jenisnya diletakkan dalam bak berisi larutan elektrolit, maka akan timbul beda potensial antara kedua logam itu. Perhatikan **Gambar 8.5**.

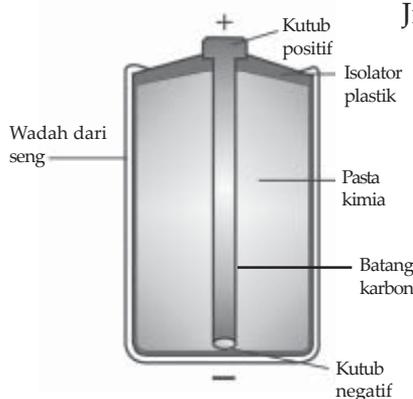


Gambar 8.5
Elemen volta.

Lempeng tembaga dan seng diletakkan dalam bejana berisi asam sulfat encer. Reaksi kimia yang terjadi menyebabkan elektron terkumpul pada lempeng seng, akibatnya seng berfungsi sebagai kutub negatif. Sebaliknya lempeng tembaga sebagai kutub positif.

Jika elemen volta digunakan sebagai sumber tegangan, maka timbul gelembung-gelembung gas. Gelembung ini menghalangi aliran muatan, sehingga harus terus-menerus dihilangkan. Oleh karena itu, elemen volta tidak praktis digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Baterai (sel kering)



Jika kamu membuka baterai, kamu akan menemukan susunan yang mirip dengan **Gambar 8.6**. Baterai terdiri atas wadah seng yang berisi pasta kimia dengan batang karbon menggantung di tengah-tengah pasta itu. Pasta tersebut berupa senyawa kimia MnO_2 dan NH_4Cl .

Gambar 8.6
Bagian-bagian baterai.

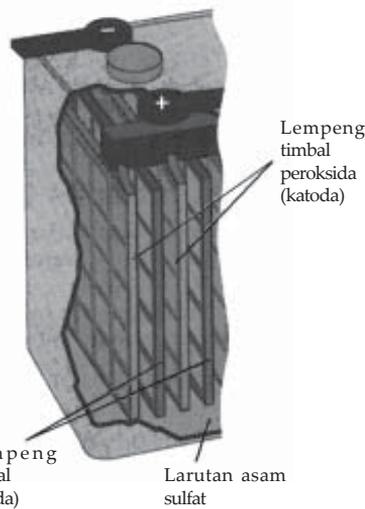
Jika kutub-kutub baterai dihubungkan dalam rangkaian, misalnya dengan lampu seperti **Kegiatan 1**, terjadi reaksi kimia dalam pasta dan seng. Sebagai hasilnya, elektron-elektron terkumpul pada seng, menyebabkan seng berlaku sebagai kutub negatif, dan batang karbon yang terletak pada pasta berlaku sebagai kutub positif. Beda potensial antara kutub-kutub baterai ini sebesar 1,5 volt. Apabila baterai digunakan, lama-kelamaan muatan yang terkumpul pada seng semakin sedikit, dan beda potensialnya menurun. Pada keadaan ini baterai biasanya dikatakan “habis” dan tidak dapat dipakai lagi. Karena bersifat sekali pakai, baterai dengan elektroda karbon dan seng disebut elemen primer.

c. Aki (sel basah)

Aki sering disebut sel basah. Sel basah terdiri atas dua lempeng logam yang berbeda diletakkan dalam cairan elektrolit. Sebagai contoh, lempeng logam pada aki mobil



adalah timbal (Pb) dan timbal peroksida (PbO_2) yang terletak dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi kimia yang terjadi menyebabkan elektron terkumpul pada timbal, sehingga timbal sebagai kutub negatif dan timbal peroksida sebagai kutub positif.



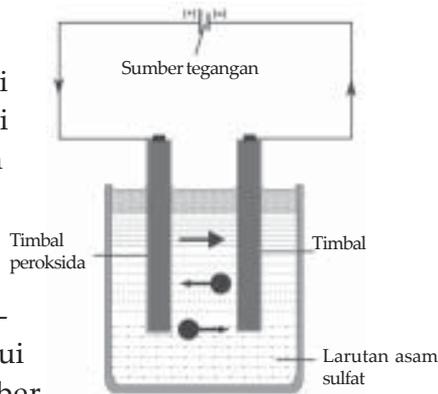
Gambar 8.7
Bagian-bagian aki.

Aki mobil umumnya mengandung 6 sel, tiap sel menghasilkan beda

potensial 2 volt. Oleh karena itu, beda potensial yang dihasilkan aki mobil sebesar 12 volt. Jika digunakan, maka timbal dan timbal peroksida berangsur-angsur berubah menjadi timbal sulfat. Kedua kutub aki tersebut akhirnya

tidak memiliki beda potensial lagi. Apa yang harus dilakukan, agar aki tersebut dapat berfungsi kembali? Dibandingkan baterai seng karbon, aki memiliki keunggulan, yaitu dapat diisi ulang.

Caranya dengan mengalirkan arus listrik melalui aki tersebut dari sumber



Gambar 8.8
Bagan proses pengisian aki.

tegangan lain dengan arah terbalik seperti **Gambar 8.8**. Dengan cara ini, maka timbal sulfat tersebut kembali lagi menjadi timbal dan timbal peroksida, maka aki siap dipakai lagi. Kemampuan aki yang dapat dipakai berulang-ulang dengan cara diisi lagi menjadikan aki tergolong sebagai elemen sekunder.

2. Stop kontak

Berbagai peralatan listrik di rumahmu dirancang untuk menggunakan listrik dari PLN. Beda potensial listrik ini sebesar 220 volt, disebut tegangan jala-jala. Sumber tegangan listrik ini dapat kamu jumpai pada stop kontak



Gambar 8.9

Stop kontak merupakan sumber tegangan listrik yang berasal dari PLN.

(Sumber: Dok. Penerbit)



di dinding rumahmu, seperti **Gambar 8.9**.

Energi listrik ini dihasilkan oleh generator listrik. Generator listrik mengubah bentuk energi lain seperti energi air, uap atau nuklir menjadi energi listrik. Kamu akan belajar lebih banyak

tentang generator ini pada Bab Elektromagnetik.

Kegiatan 2

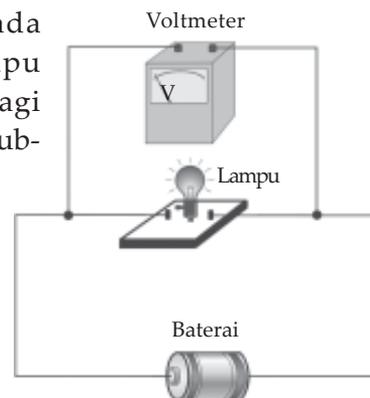
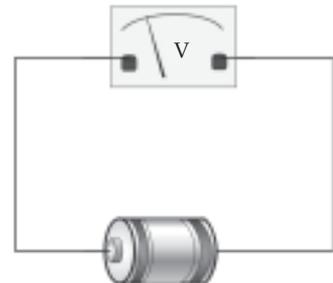
Mengukur Beda Potensial

Alat dan bahan

- baterai
- lampu
- sakelar
- lampu

Cara kerja

1. Ukur beda potensial antara kutub-kutub baterai dengan menggunakan voltmeter, seperti gambar di samping.
2. Rangkaian lampu pada baterai sehingga lampu menyala. Ukur sekali lagi beda potensial antara kutub-kutub baterai, seperti rangkaian di samping. Berhati-hatilah ketika memasang lampunya, jangan sampai jatuh.



Analisis dan diskusi

1. Berapa beda potensial yang kamu hasilkan pada langkah 1 dan 2.
2. Bandingkan kedua hasil pengukuran beda potensial yang kamu lakukan, apakah sama? Jelaskan mengapa hasilnya demikian.
3. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.

3. Gaya gerak listrik

Kamu telah mengetahui bahwa beda potensial pada baterai sebesar 1,5 V jika baterai tersebut dirangkaikan dengan lampu, ternyata beda potensialnya turun, sehingga kurang dari 1,5 V. Jadi, jika sumber tegangan dipasang pada rangkaian tertutup, ternyata beda potensialnya turun.

Beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan sebelum dipasang pada rangkaian listrik disebut gaya gerak listrik, disingkat ggl. Sebagai contoh, gaya gerak listrik baterai sebesar 1,5 V. Sedangkan beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan setelah dipasang pada rangkaian disebut tegangan jepit. Secara umum tegangan jepit pada baterai lebih kecil daripada gaya gerak listriknya.

Latihan 2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan contoh sumber tegangan listrik yang ada di rumahmu.
2. Apa fungsi dari sumber tegangan listrik?
3. Mengapa baterai disebut elemen primer?
4. Apa perbedaan dari gaya gerak listrik dengan tegangan jepit?
5. Kamu telah mengetahui apa itu amperemeter dan voltmeter. Mengapa pemasangan amperemeter dan voltmeter di rangkaian listrik posisinya berbeda? Perhatikan **Gambar 8.2** dan **8.4**.





Buat poster yang menunjukkan bagian-bagian baterai sel kering dan apa fungsi bagian-bagian tersebut.



Rangkuman

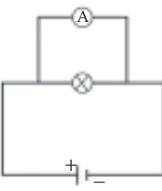
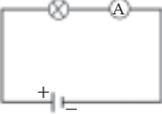
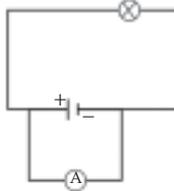
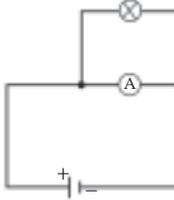
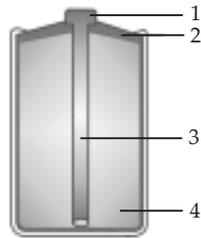
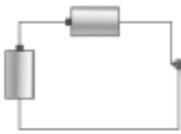
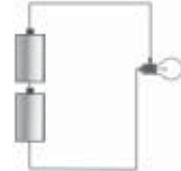
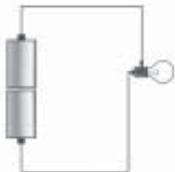
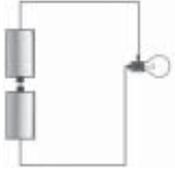
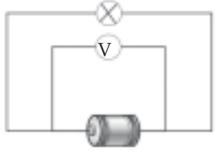


1. Arus listrik adalah aliran muatan listrik.
2. Arus listrik timbul dalam rangkaian tertutup.
3. Kuat arus listrik adalah muatan listrik yang mengalir melalui penghantar tiap sekon.
4. Kuat arus listrik diukur dengan amperemeter.
5. Sakelar digunakan untuk membuat rangkaian listrik menjadi tertutup atau terbuka.
6. Agar muatan listrik dapat mengalir terus-menerus, diperlukan sumber tegangan listrik.
7. Gaya gerak listrik disingkat ggl adalah beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan sebelum dipasang pada rangkaian listrik.



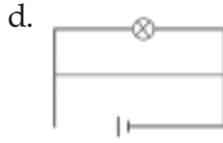
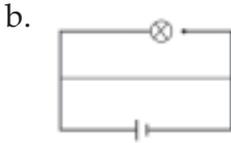
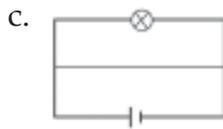
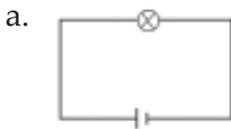
A. Pengecekan Konsep

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Muatan listrik 120 C berpindah melalui kawat penghantar yang menghubungkan kedua kutub sumber tegangan selama 5 menit. Kuat arus listriknya adalah
 - 0,04 A
 - 0,4 A
 - 0,5 A
 - 2,5 A
- Fungsi batang karbon pada baterai adalah
 - sebagai kutub positif
 - timbulnya polarisasi
 - sebagai larutan elektrolit
 - sebagai kutub negatif
- Rangkaian berikut yang tepat untuk mengukur kuat arus listrik adalah
 - 
 - 
 - 
 - 
- Satu mikroampere sama dengan
 - 0,000001 A
 - 0,001 A
 - 1.000 A
 - 1.000.000 A
- Perhatikan bagan baterai di bawah ini. Batang karbon ditunjukkan oleh angka
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- Gambar rangkaian listrik di bawah ini yang dapat menyalakan lampu jika kedua baterainya sama adalah
 - 
 - 
 - 
 - 
- Sebuah baterai dihubungkan dengan sebuah lampu dengan menggunakan kawat penghantar, sehingga lampu menyala. Kutub-kutub baterai dihubungkan dengan voltmeter, seperti gambar di bawah ini. Angka yang ditunjukkan jarum voltmeter tersebut merupakan
 - kuat arus
 - gaya gerak listrik
 - tegangan jepit
 - energi listrik



8. Rangkaian yang *tidak* timbul arus listrik adalah



9. Elemen volta, baterai, dan aki mengubah ... menjadi energi listrik.

- a. energi mekanik
- b. energi potensial gravitasi

- c. energi kimia
- d. energi panas

10. Ketika hendak tidur, kamu mematikan lampu di ruang tamu dengan menekan tombol sakelar. Yang kamu lakukan tersebut pada dasarnya adalah

- a. membuat rangkaian menjadi terbuka
- b. membuat rangkaian menjadi tertutup
- c. mengambil sumber tegangan dari rangkaian
- d. mengambil penghantar dari rangkaian

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan arus listrik?
2. Kuat arus dalam sebuah rangkaian listrik sebesar 500 mA. Berapa muatan listrik yang mengalir `setiap 7 menit?
3. Bandingkan dan cari perbedaan baterai dan aki sebagai sumber tegangan.
4. Sebuah kawat penghantar dialiri muatan sebesar 130 C setiap dua jamnya. Hitung kuat arus dalam penghantar tersebut.
5. Bagaimana kamu dapat mengetahui bahwa muatan listrik mengalir dalam rangkaian listrik di sentermu?



Refleksi

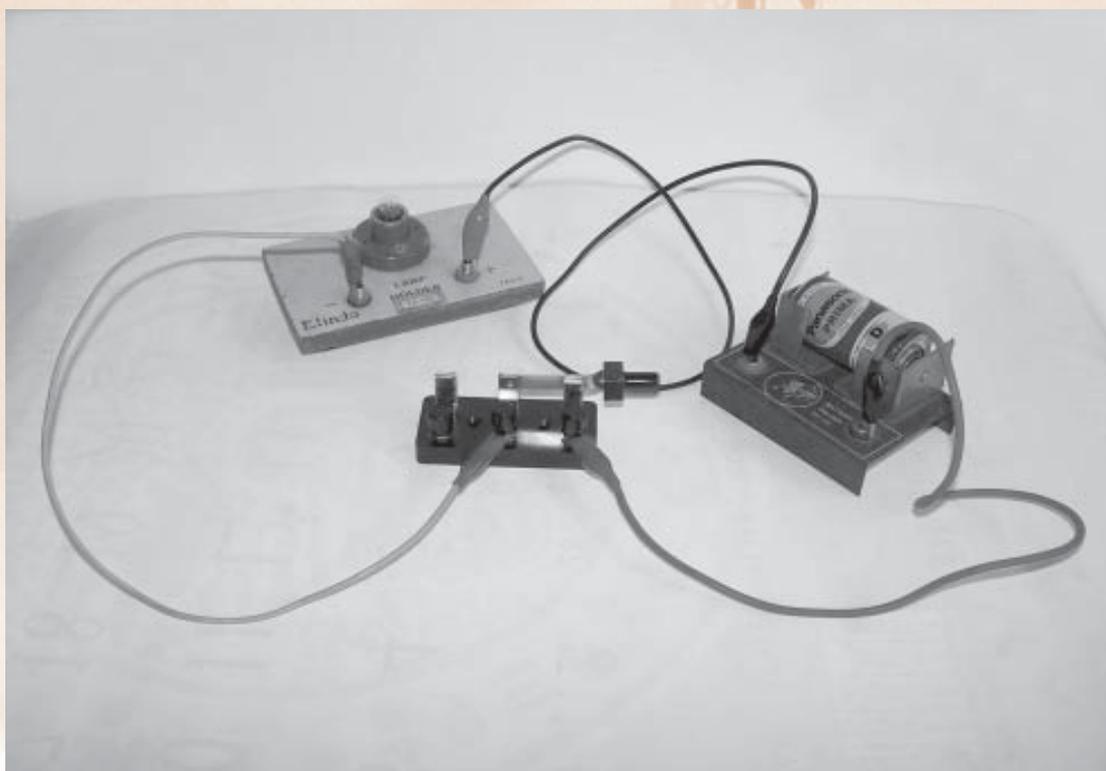
- ◆ Apakah kamu kesulitan ketika belajar materi bab ini?
- ◆ Coba kamu cari informasi di internet tentang materi ini. Kemudian buat resume berdasarkan pemahamanmu. Apakah resume yang kamu hasilkan sama dengan pemahamanmu setelah belajar bab ini?



Bab

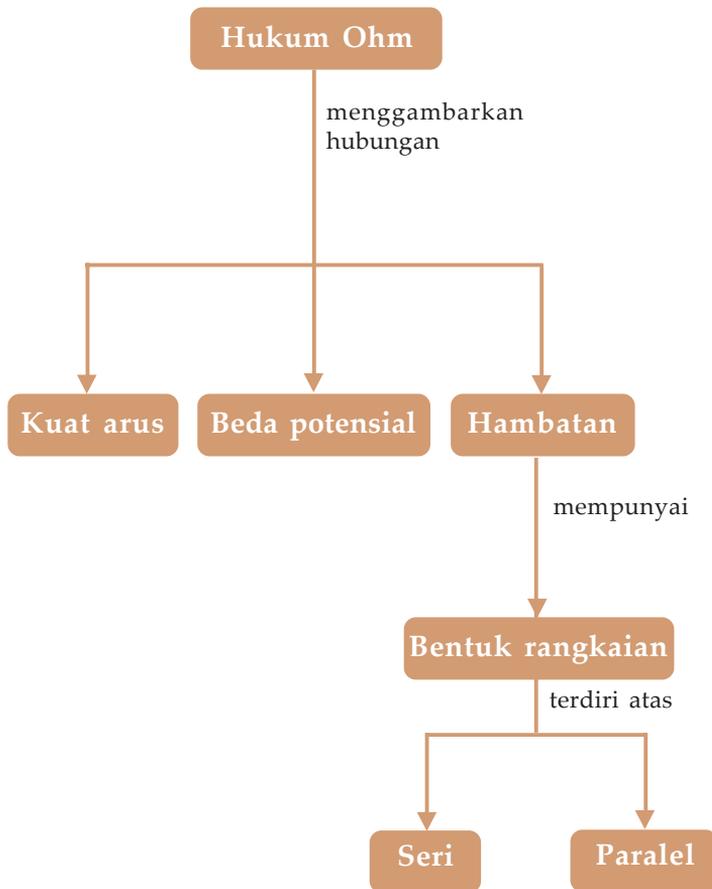
9

RANGKAIAN LISTRIK



(Sumber: Dok. Penerbit)

Kamu telah mengetahui, jika sebuah lampu dihubungkan pada kutub-kutub baterai, maka dalam rangkaian itu timbul arus listrik yang ditunjukkan oleh nyala lampu tersebut. Mengapa lampu tersebut menyala? Pada bab ini kamu akan belajar tentang *pengaruh beda potensial terhadap arus yang mengalir dalam rangkaian.*



Kata-Kata Kunci

- Hambatan
- Hukum Ohm
- Rangkaian listrik

Soal Prasyarat

- ☺ Apakah lampu di rumah padam semua jika terjadi pemutusan arus listrik?
- ☺ Rangkaian listrik jenis apakah yang digunakan di rumahmu?
- ☺ Apa fungsi dari sekering yang dipasang pada rangkaian listrik yang ada di rumahmu?



A. Hambatan dan Hukum Ohm



1. Hambatan

Pernahkah kamu memikirkan, mengapa lampu listrik dapat menyala jika ada arus listrik? Perhatikan lampu pijar pada **Gambar 9.1**. Di dalam lampu terdapat kawat halus yang disebut filamen. Jika terdapat arus listrik pada rangkaian, maka muatan-muatan listrik melewati filamen lampu tersebut. Pada saat melewati filamen, energi listrik yang dikandung muatan listrik berubah menjadi energi panas dan cahaya.



Gambar 9.1

Kawat filamen pada bola lampu pijar memiliki hambatan yang besar.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Berpijarnya filamen ini mirip dengan air sungai di pegunungan yang melewati bebatuan, dan kamu mendengar bunyi gemericik air. Bebatuan tersebut menghambat aliran air, dan energi gerak air berubah menjadi energi bunyi. Seperti halnya bebatuan yang menghambat aliran air, filamen tersebut memiliki hambatan. Hambatan merupakan kecenderungan suatu benda untuk melawan aliran muatan listrik, mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain. Di dalam rangkaian listrik, hambatan diberi simbol R , dan digambarkan seperti **Gambar 9.2**.

| | |
|----------------|--|
| Hambatan | |
| Hambatan geser | |
| Lampu | |
| Amperemeter | |
| Volmeter | |
| Baterai | |

Gambar 9.2

Simbol hambatan dalam diagram rangkaian listrik, beserta simbol-simbol yang lain.



2. Hukum Ohm

Coba kamu amati air yang dialirkan melalui selang. Jika selang dinaikkan ke atas, maka lebih banyak air yang mengalir. Sebaliknya jika posisi selang kamu turunkan, air yang mengalir lebih sedikit. Ketinggian air ini mirip dengan besar beda potensial listrik, dan banyaknya air yang mengalir mirip dengan arus listrik. Jadi, semakin besar beda potensial listrik, maka semakin besar pula arus listrik yang mengalir. Sebaliknya, semakin kecil beda potensial listrik, maka semakin kecil pula arus listriknya.

Kegiatan 1

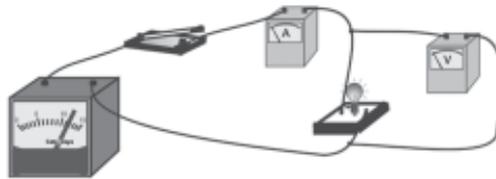
Pengaruh Beda Potensial terhadap Kuat Arus dalam Penghantar

Alat dan bahan

- satu daya
- amperemeter
- lampu kawat penghantar
- sakelar
- voltmeter

Cara kerja

1. Rangkaikan peralatan di atas seperti gambar di bawah ini.



2. Tutup sakelar rangkaian tersebut, kemudian baca beda potensial pada voltmeter. Catat hasil pembacaanmu.
3. Baca penunjukan kuat arus pada amperemeter. Catat hasil pembacaanmu.
4. Ubah besar beda potensial pada catu daya, lalu ulangi langkah 2 dan 3.

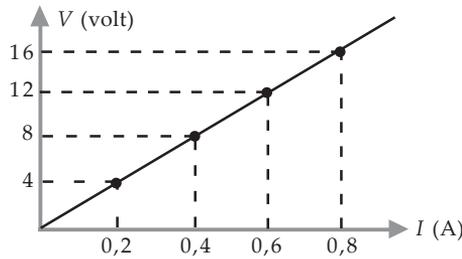
Analisis dan diskusi

1. Bagaimana pengaruh beda potensial terhadap kuat arus pada hambatan?
2. Buat kesimpulan dari kegiatanmu.

Sesuai kegiatan yang kamu lakukan dalam **Kegiatan 1**, misalkan data yang kamu hasilkan seperti tabel di bawah ini.

| | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| I (A) | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| (V) | 4 | 8 | 12 | 16 |

Jika data tersebut kamu buat dalam bentuk grafik beda potensial (V) terhadap kuat arus (I), kamu akan memperoleh grafik seperti di samping ini.



Gambar 9.3

Grafik tegangan versus arus listrik.

Grafik di atas ini menunjukkan beda potensial sebanding dengan kuat arus. Di dalam matematika, persamaan grafik seperti di atas adalah $y = mx$, dengan m menyatakan gradien. Karena sebagai sumbu y adalah V dan sumbu x adalah I , maka persamaan grafik di atas dapat ditulis:

$$V = R \times I$$

- dengan V = beda potensial volt (V)
- I = kuat arus ampere (A)
- R = hambatan ohm (Ω)

Jika I diletakkan dalam ruas kiri, maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Persamaan di atas dikenal dengan hukum Ohm, sesuai dengan nama orang yang pertama kali merumuskan hukum ini, yaitu George Simon Ohm. Menurut hukum Ohm kuat arus dalam penghantar logam sebanding dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan penghantar tersebut.

Tokoh IPA



George Simon Ohm dilahirkan tahun 1787 di Jerman. Beliau dapat menggambarkan hubungan pokok antar voltase, arus, dan hambatan. Hubungan ini dikenal sebagai hukum ohm.
(Sumber : www.Infoenergi.com)

Lab Saku

Hukum Ohm
Lengkapilah Tabel berikut dengan menggunakan hukum Ohm.

| I (A) | V (V) | R (Ω) |
|------------|------------|---------------------|
| | 12 | 75 |
| 15 | 240 | |
| 5,5 | | 20 |
| 5 | 220 | |

Contoh

Sebuah lampu pijar dihubungkan dengan beda potensial 12 V. Ternyata timbul kuat arus sebesar 0,3 A. Berapakah hambatan filamen lampu pijar itu?

Diketahui : beda potensial, $V = 12 \text{ V}$
kuat arus, $I = 0,3 \text{ A}$

Ditanya : hambatan, R ?

Jawab

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

$$= \frac{12 \text{ V}}{0,3 \text{ A}}$$

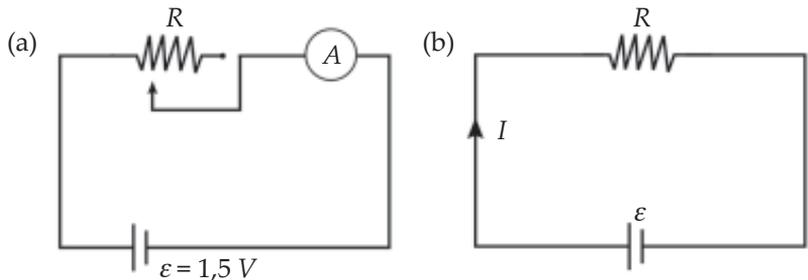
Jadi, hambatan filamen lampu pijar adalah 40 ohm.

3. Hukum Ohm dalam rangkaian tertutup

Sekarang perhatikan rangkaian sebuah hambatan dengan baterai 1,5 V seperti **Gambar 9.4(a)**. Kamu dapat memperbesar kuat arus pada hambatan (R), dengan cara memperkecil hambatan. Namun jika hambatan (R) kecil, ternyata kuat arus tidak dapat membesar lagi secara beraturan jika R diperkecil. Hal ini terjadi karena di dalam baterai terdapat hambatan. Hambatan yang terdapat di dalam sumber tegangan disebut hambatan dalam. Sedangkan hambatan (R) yang kamu pasang di luar sumber tegangan disebut hambatan luar. Jika hambatan dalam ditulis dalam rangkaian, maka penggambaran rangkaian menjadi seperti **Gambar 9.4(b)**.

Gambar 9.4

- (a) Rangkaian hambatan dengan baterai,
- (b) Rangkaian dengan adanya hambatan dalam pada baterai.

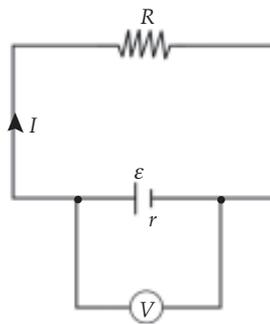


Arus dalam rangkaian **Gambar 9.4(b)** akan melewati hambatan luar (R) dan hambatan dalam (r). Oleh karena itu hambatan totalnya merupakan gabungan hambatan luar (R) dan hambatan dalam (r), yaitu $R + r$. Kuat arus dalam rangkaian tersebut dapat dicari dengan hukum Ohm.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

- dengan ε = gaya gerak listrik baterai volt
 I = arus listrik ampere (A)
 R = hambatan ohm (Ω)
 r = hambatan dalam ohm (Ω)

Akibat adanya hambatan dalam, maka tegangan baterai setelah dipasang pada rangkaian lebih kecil daripada gaya gerak listriknya. Beda potensial antara kutub-kutub baterai setelah dipasang hambatan luar disebut tegangan jepit. Perhatikan **Gambar 9.5**. Tegangan jepit dapat dihitung dengan cara berikut.



Gambar 9.5
Pengukuran tegangan jepit.

$$V = I \times R \quad \text{atau} \quad V = \varepsilon - Ir$$

Contoh

Sebuah aki dengan ggl 12 V dan hambatan dalam 0,5 ohm dihubungkan dengan lampu berhambatan 2 ohm.

- Berapa kuat arus pada rangkaian itu?
- Berapa tegangan jepitnya?

Diketahui : ggl (ε) = 12 V
 hambatan dalam (r) = 0,5 W
 hambatan luar (R) = 2 W

Ditanya : kuat arus (I)?

Jawab

$$\begin{aligned} \text{a. } I &= \frac{\varepsilon}{R + r} \\ I &= \frac{12V}{(2 + 0,5)\Omega} \\ &= \frac{12V}{2,5\Omega} = 4,8 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi, besar kuat arus pada rangkaian adalah 4,8 A.

$$\begin{aligned} \text{b. } V &= I \times R \\ &= 4,8 \text{ A} \times 2 \Omega \\ &= 9,6 \text{ V} \end{aligned}$$

Jadi, besar tegangan jepitnya adalah 9,6 A.

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan pada penghantar

Pernahkah kamu membuka pemanas listrik dan melihat elemen pemanasnya? Apa perbedaan antara elemen tersebut dengan kawat penghantar biasa? Elemen pemanas harus memiliki hambatan yang relatif besar, untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas. Kawat penghantar memiliki hambatan yang kecil, agar energi listrik tidak terbuang sia-sia melalui penghantar. Elemen pemanas terbuat dari bahan yang berbeda dengan kawat penghantar. Kawat penghantar umumnya terbuat dari tembaga, sedangkan elemen pemanas terbuat dari bahan nikelin. Jadi, jenis logam penghantar berpengaruh terhadap besar hambatan penghantar.

Elemen pemanas dibuat berupa kumparan, karena kawat elemen pemanas relatif panjang. Jika dibuat pendek, maka hambatan elemen pemanas tersebut menjadi kecil, sehingga tidak berfungsi. Jadi, semakin panjang kawat penghantar, hambatan kawat tersebut semakin besar. Hal ini akan kamu amati jika kamu melakukan kegiatan dalam **Kegiatan 2**.



Kegiatan 2

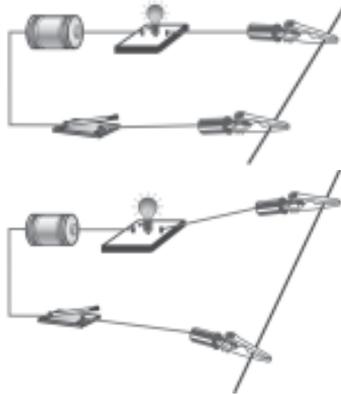
Pengaruh Panjang Kawat terhadap Hambatan Kawat

Alat dan bahan

- ☑ baterai besar
- ☑ bola lampu 5 watt dengan dudukannya
- ☑ kabel dengan penjepit buaya
- ☑ sakelar
- ☑ kawat nikelin 30 cm dan 60 cm

Cara kerja

1. Rangkaikan peralatan di atas seperti gambar di samping.
2. Tutup sakelar, kemudian amati nyala lampu.
3. Ulangi langkah 1 dan 2 dengan kawat nikelin yang lebih panjang, seperti gambar di samping ini.



Perhatian

Berhati-hatilah kamu ketika memasang kawat nikelin. Jangan sampai tanganmu terkena kawat.

Analisis dan diskusi

1. Apakah nyala lampu pada langkah 1 dan 2 sama?
2. Mana yang lebih terang nyalanya, lampu pada langkah 1 atau 2?
3. Nyala lampu terang menunjukkan kuat arusnya besar, dan sebaliknya nyala lampu redup menunjukkan kuat arusnya kecil.
4. Buat kesimpulan bagaimana pengaruh panjang kawat penghantar terhadap besar hambatan kawat tersebut.

Jika kamu mengamati jaringan transmisi listrik PLN, maka kamu akan melihat kawat penghantar yang digunakan berukuran besar. Hal ini dimaksudkan agar hambatan kawat tersebut kecil. Jadi, semakin besar luas penampang kawat, ternyata hambatannya semakin kecil.

Akhirnya, secara matematis hambatan listrik dipengaruhi ketiga faktor di atas melalui hubungan sebagai berikut.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

dengan l = panjang kawat penghantar m

A = luas penampang kawat penghantar m²

ρ = hambatan jenis kawat penghantar $\Omega \cdot m$

Lab Saku

Kawat tembaga dengan hambatan jenis $1,7 \times 10^{-8} \text{ ohm} \cdot m$ panjangnya 20 m, luas penampangnya $5 \times 10^{-8} m^2$. Hitunglah hambatan kawat tersebut.

Contoh

Kawat nikrom pada elemen pemanas memiliki panjang 5 m dan luas penampangnya $4 \times 10^{-8} m^2$. Jika hambatan jenis nikrom $10^{-6} \text{ ohm} \cdot m$, maka berapa hambatan kawat tersebut?

Diketahui : panjang kawat (l) = 5 m

luas penampang (A) = $4 \times 10^{-8} m^2$

hambatan jenis (r) = $10^{-6} \text{ W} \cdot m$

Ditanya : hambatan (R)?

Jawab

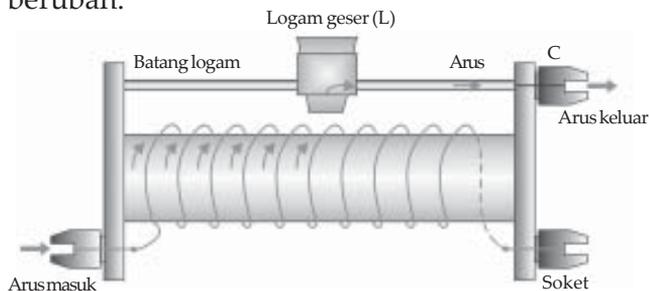
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= \frac{10^{-6} \Omega \cdot m \times 5 m}{4 \times 10^{-8} m^2} = 125 \Omega$$

Jadi, hambatan kawat tersebut sebesar 125 W.

5. Hambatan geser

Untuk keperluan tertentu, misalnya untuk mengubah besar volume radio atau TV, kita memerlukan hambatan yang besarnya berubah-ubah. Melalui **Kegiatan 2** kamu mengetahui bahwa dengan mengubah panjang kawat penghantar, hambatan penghantar tersebut juga berubah. Perubahan hambatan tersebut mempengaruhi perubahan arus, ditunjukkan oleh nyala lampu yang berubah.



Gambar 9.6
Bagan hambatan geser

Kenyataan ini dapat dimanfaatkan untuk membuat hambatan geser, seperti **Gambar 9.6**. Hambatan geser dibuat dari kawat yang hambat jenisnya besar, biasanya kawat nikelin. Kawat tersebut dililitkan pada batu tulis. Panjang kawat yang dilalui arus diatur oleh logam geser (L). Arus listrik akan melalui lilitan kawat hingga sejauh logam geser, selanjutnya melalui logam geser arus keluar melalui C. Besar arus dapat diubah-ubah dengan mengubah kedudukan logam geser. Jika logam geser di ujung kiri, maka panjang kawat kecil, dan akibatnya hambatannya juga kecil (kuat arus besar). Sebaliknya jika logam geser di ujung kanan, maka panjang kawat besar, dan akibatnya hambatannya juga besar (kuat arus kecil).

Latihan 1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang terjadi pada kuat arus yang mengalir pada hambatan, jika beda potensial hambatan itu diperbesar?
2. Bagaimana pengaruh panjang kawat penghantar dan luas penampang kawat penghantar terhadap hambatan kawat penghantar tersebut?
3. Sebuah pemanas listrik dihubungkan pada beda potensial 220 V. Ternyata kuat arus yang mengalir pada kawat pemanas tersebut 5 A. Berapakah hambatan kawat pemanas itu?
4. Sepotong kawat penghantar berhambatan 60 ohm dihubungkan dengan baterai 3 V. Berapakah kuat arus yang timbul pada kawat tersebut?
5. Berapakah kuat arus yang mengalir pada sebuah penghantar, jika hambatan penghantar itu 15 ohm dan beda potensialnya 12 volt?

Bina Keterampilan

Sebuah hambatan 7 ohm dihubungkan pada kutub-kutub baterai 1,5 volt yang hambatannya dalamnya 1 ohm. Berapa miliampere kuat arus yang mengalir?





B. Rangkaian Listrik



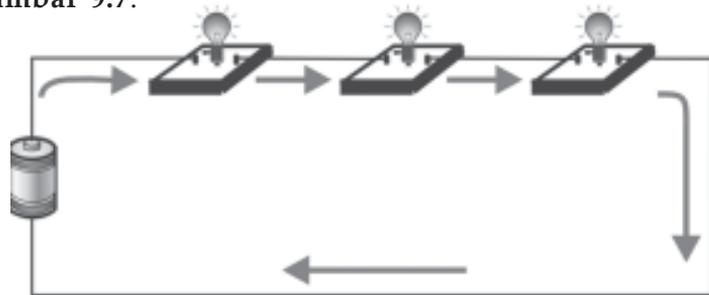
Amati berbagai peralatan listrik di sekitarmu. Lampu, kulkas, dan seterika listrik dihubungkan dengan sumber tegangan listrik, membentuk rangkaian listrik.

Ada dua jenis rangkaian listrik. Jenis rangkaian tersebut bergantung pada bagaimana bagian-bagian rangkaian (sumber tegangan, kawat penghubung, dan hambatan-hambatan) disusun. Rangkaian tersebut adalah rangkaian seri dan paralel.

1. Rangkaian seri

Mungkin kamu pernah memasang lampu dekorasi untuk *penjor* peringatan hari kemerdekaan. Jika salah satu lampu tersebut putus, semua lampu mati, dan biasanya kamu kesulitan mencari lampu mana yang putus. Lampu-lampu tersebut dirangkai secara seri.

Pada rangkaian seri, hanya terdapat satu lintasan arus listrik. Bagian rangkaian dipasang secara berurutan, tanpa ada percabangan. Perhatikan diagram rangkaian seri pada **Gambar 9.7**.

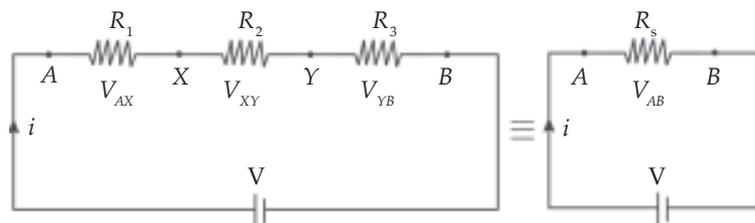


Gambar 9.7

Dalam rangkaian seri, hanya ada satu jalan untuk arus listrik.

2. Hambatan pengganti dalam rangkaian seri

Kita dapat mengganti beberapa hambatan yang dirangkai secara seri dengan sebuah hambatan. Sebagai contoh, R_1 , R_2 , dan R_3 dalam **Gambar 9.8**, dapat kita ganti dengan R_s . Kita akan mencari besar R_s .



Gambar 9.8

Hambatan R_1 , R_2 , dan R_3 dapat diganti dengan sebuah hambatan, yaitu R_s .



Karena hanya ada satu lintasan arus, maka kuat arus pada rangkaian seri di mana-mana besarnya sama. Coba kamu lakukan **Kegiatan 3**.

Kegiatan 3

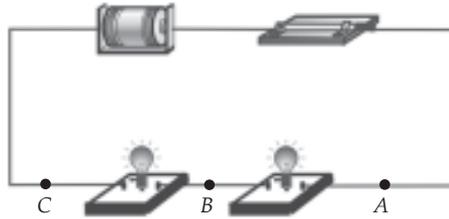
Sifat-sifat Arus dan Tegangan pada Rangkaian Seri

Alat dan bahan

- baterai
- 2 buah lampu dengan dudukannya
- sakelar pisau
- kabel dengan penjepit buaya
- multimeter

Cara kerja

1. Rangkaikan lampu dengan baterai seperti gambar berikut.
2. Tutup sakelarnya, kemudian amati nyala lampu-lampu tersebut.
3. Gunakan multimeter untuk mengukur kuat arus pada titik *A*, *B*, dan *C*.
4. Lakukan langkah 3 untuk beda potensial antara *AB*, *BC*, dan *AC*.



Perhatian

Berhati-hatilah kamu ketika memasang lampu, jangan sampai jatuh.

Analisis dan diskusi

1. Setelah mengetahui nyala lampu tersebut, buat hipotesis (dugaan), bagaimanakah kuat arus pada titik *A* jika dibandingkan dengan pada titik *B* dan *C*, dan jelaskan mengapa hipotesismu seperti itu.
2. Berdasarkan data pengamatanmu, buat kesimpulan tentang besar arus pada rangkaian seri.

Dalam **Kegiatan 3** kamu mengetahui bahwa jumlah beda potensial pada tiap-tiap hambatan sama dengan beda potensial sumber tegangan. Sesuai **Gambar 9.8**, maka:

$$V_{AB} = V_{AX} + V_{XY} + V_{YB}$$

Sesuai dengan hukum Ohm, yaitu $V = I \times R$, persamaan di atas dapat ditulis:

$$I \times R_s = I \times R_1 + I \times R_2 + I \times R_3$$

Karena I di mana-mana besarnya sama, maka:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Secara umum, jika terdapat rangkaian seri dengan n buah hambatan yang besarnya $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, maka hambatan penggantinya adalah:

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

Lab Saku

Empat buah hambatan, 14 ohm, 12 ohm, 6 ohm, dan 18 ohm dirangkai secara seri pada beda potensial 12 V. Berapakah hambatan penggantinya? Berapakah kuat arus dalam rangkaian tersebut?

Contoh

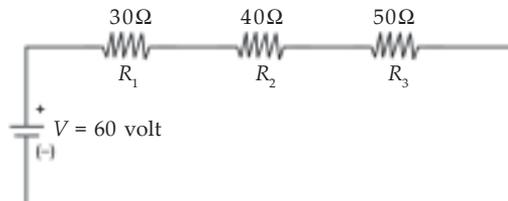
Tiga buah hambatan, masing-masing sebesar 30 ohm, 40 ohm, dan 50 ohm dirangkai seri dengan sumber tegangan 60 volt.

- Berapa hambatan penggantinya?
- Berapa kuat arus pada rangkaian tersebut?

Diketahui : hambatan $R_1 = 30 \text{ ohm}$, $R_2 = 40 \text{ ohm}$,
 $R_3 = 50 \text{ ohm}$ dirangkai seri
 sumber tegangan, $V = 60 \text{ volt}$

- Ditanya : a. hambatan pengganti, R_s ;
 b. kuat arus, I ?

Jawab



- $R_s = R_1 + R_2 + R_3$
 $R_s = 30 \text{ W} + 40 \text{ W} + 50 \text{ W}$
 $R_s = 120 \text{ W}$

Jadi, besar hambatan penggantinya adalah 120 W.

$$b. I = \frac{V}{R_s}$$

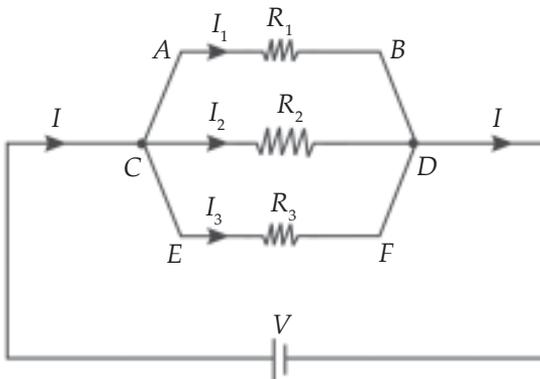
$$I = \frac{60 \text{ volt}}{125 \Omega}$$

$$I = 0,5 \text{ A}$$

Jadi, kuat arus pada rangkaian tersebut sebesar 0,5 A.

3. Rangkaian paralel

Apa yang terjadi jika lampu-lampu di rumahmu dirangkai seri? Seperti telah kamu lakukan dalam **Kegiatan 3**, begitu salah satu lampu mati, maka lampu yang lain juga akan padam. Untungnya berbagai peralatan listrik di rumahmu terhubung secara paralel. *Rangkaian paralel* terdiri atas beberapa cabang arus.



Gambar 9.9

Hambatan R_1 , R_2 , dan R_3 dihubungkan secara paralel.

Perhatikan rangkaian paralel pada **Gambar 9.9**. Arus listrik terpisah menjadi tiga, mengalir pada tiap cabang. Jika kuat arus pada tiap cabang dijumlahkan, maka besarnya sama dengan kuat arus sebelum memasuki cabang. Ini merupakan bunyi dari Hukum I Khirrrchoff, persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$I_{\text{masuk}} = I_1 + I_2 + I_3 = I_{\text{keluar}}$$

Jika persamaan di atas diperluas untuk setiap cabang dalam rangkaian, maka akan berlaku kuat arus yang memasuki titik cabang sama dengan kuat arus yang meninggalkan titik cabang. Jika kenyataan ini diterapkan pada titik cabang A, maka akan berlaku seperti berikut.



$$I_{\text{masuk ke titik cabang A}} = I_{\text{keluar dari titik cabang A}}$$

atau

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

Kamu dapat memahami dengan melakukan **Kegiatan 4**.

Kegiatan 4

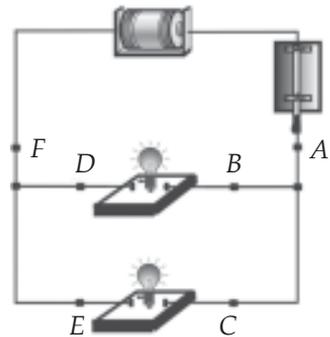
Sifat-sifat Arus pada Rangkaian Paralel

Alat dan bahan

- baterai
- 2 buah lampu dengan dudukannya
- sakelar pisau
- kabel dengan penjepit buaya
- multimeter

Cara kerja

1. Rangkailah lampu dengan baterai seperti gambar di samping.
2. Tutup sakelarnya, kemudian amati nyala lampu-lampu tersebut.
3. Gunakan multimeter untuk mengukur kuat arus pada titik *A*, *B*, dan *C*.
4. Lakukan kegiatan 6 untuk beda potensial antara *AF*, *BD*, dan *CE*.



Perhatian

Berhati-hatilah kamu ketika bekerja, jangan sampai tanganmu terluka.

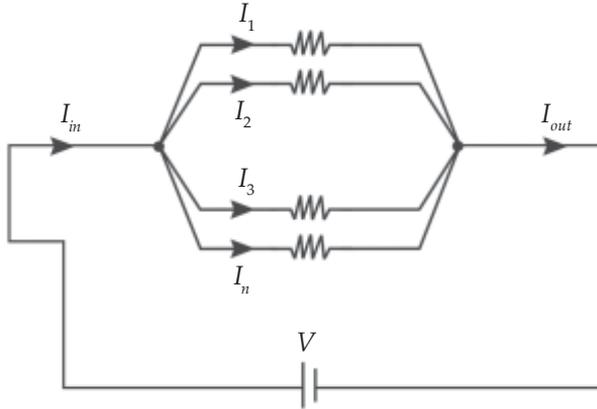
Analisis dan diskusi

1. Setelah mengetahui nyala lampu tersebut, buat hipotesis (dugaan), bagaimanakah kuat arus pada titik *A* jika dibandingkan dengan pada titik *B* dan *C*, dan jelaskan mengapa hipotesismu seperti itu?
2. Berdasarkan data pengamatanmu, buatlah kesimpulan tentang besar arus pada rangkaian paralel.

4. Hambatan pengganti dalam rangkaian paralel

Beberapa hambatan yang dirangkai secara paralel dapat kita ganti dengan satu hambatan pengganti. Berapa besar hambatan pengganti dalam rangkaian paralel?

Perhatikan tiga hambatan yang dirangkai paralel pada **Gambar 9.10**.



Gambar 9.10

Arus yang masuk cabang (I_{in}) sama dengan arus yang keluar (I_{out}).

Dalam rangkaian tersebut berlaku hubungan kuat arus sebagai berikut.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Sesuai dengan hukum Ohm, persamaan tersebut dapat ditulis:

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V_{AB}}{R_1} + \frac{V_{CD}}{R_2} + \frac{V_{EF}}{R_3}$$

Seperti yang kamu amati dalam **Kegiatan 4**, beda potensial antara ujung-ujung hambatan pada rangkaian paralel besarnya sama dengan beda potensial sumber, atau $V = V_{AB} = V_{CD} = V_{EF}$. Akibatnya persamaan di atas dapat ditulis:

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

atau

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

Persamaan di atas dapat diperluas untuk mencari hambatan pengganti $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ yang dirangkai paralel. Hambatan pengganti dapat diperoleh dari persamaan berikut.



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

dengan R_p = hambatan pengganti paralel Ω

Contoh

Dua buah lampu, masing-masing berhambatan 12 ohm dan 6 ohm dirangkakan paralel dengan sumber tegangan 12 volt.

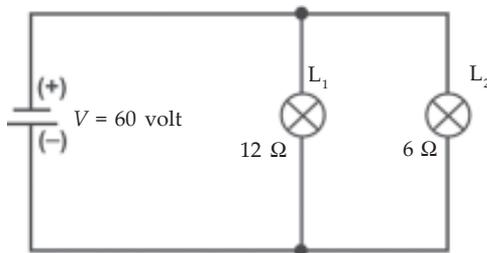
- Berapa hambatan penggantinya?
- Berapa kuat arus yang mengalir pada masing-masing lampu?
- Berapa kuat arus total dalam rangkaian?

Diketahui : hambatan $R_1 = 12 \text{ W}$, $R_2 = 12 \text{ W}$ dirangkakan paralel beda potensial sumber, $V = 12 \text{ V}$

- Ditanya :
- hambatan pengganti, R_p ;
 - kuat arus pada R_1 dan R_2 , yaitu I_1 dan I_2 ;
 - kuat arus total, I ?

Jawab

Gambar rangkaian listrik yang terjadi



$$\begin{aligned} \text{a. } \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{12} + \frac{2}{12} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{3}{12} \end{aligned}$$

$$R_p = \frac{13}{12} = 4\Omega$$

Jadi, besar hambatan penggantinya adalah 4 W.

$$\text{b. } I_1 = \frac{V}{R_1} + \frac{12V}{12\Omega} = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} + \frac{12V}{6\Omega} = 2 \text{ A}$$

Jadi, besar I_1 dan I_2 masing-masing adalah 1 A dan 2 A.

$$\text{c. } I_3 = \frac{V}{R_p} + \frac{12V}{4\Omega} = 3 \text{ A}$$

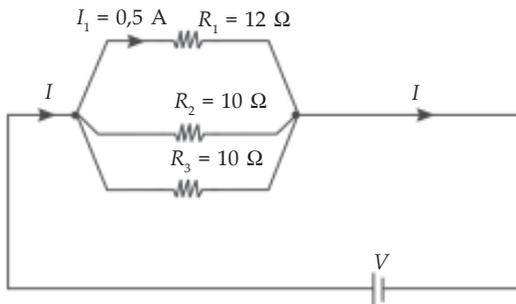
(Kuat arus total dapat pula diperoleh dari hubungan

$$I = I_1 + I_2 = 1 \text{ A} + 2 \text{ A} = 3 \text{ A})$$

Jadi, kuat arus total sebesar 3 A.



Perhatikan rangkaian di bawah ini.



Berapa hambatan penggantinya?

Berapa kuat arus totalnya?

Berapa beda potensial sumbernya?

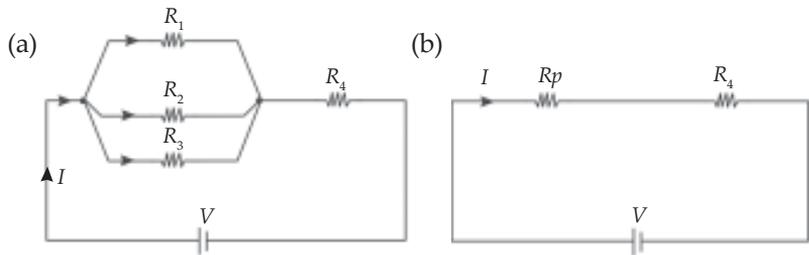


5. Rangkaian campuran seri dan paralel

Dalam rangkaian yang kompleks, seperti rangkaian pada perangkat elektronik, kamu dapat menjumpai rangkaian yang terdiri dari gabungan rangkaian seri dan paralel. Sebagai contoh, kamu dapat melihat pada **Gambar 9.11(a)**. Untuk menghitung hambatan penggantinya kamu cari dulu hambatan pengganti R_1 , R_2 , dan R_3 yang terangkai secara paralel. Rangkaian selanjutnya dapat disederhanakan menjadi **Gambar 9.11(b)**, yang tidak lain adalah rangkaian seri.

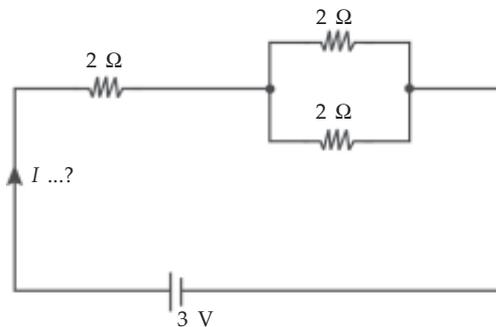
Gambar 9.11

(a) R_1 , R_2 , dan R_3 terangkai paralel, dengan hambatan pengganti R_p ,
 (b) Hambatan pengganti totalnya adalah rangkaian seri R_p dengan R_4 .



Contoh

Perhatikan gambar di bawah ini.



Berapa kuat arus I pada rangkaian tersebut?

Diketahui : hambatan $R_1 = R_2 = R_3 = 2 \text{ W}$, rangkaian campuran seri dan paralel

beda potensial sumber, $V = 3 \text{ V}$

Ditanya : kuat arus, I ?

Jawab

Pilih persamaannya: $I = \frac{V}{R}$

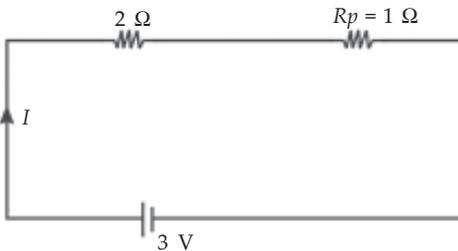
Strategi: cari dulu R penggantinya

R_2 dan R_3 terangkai secara paralel:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

$$R = 1 \Omega$$

Rangkaian menjadi:



Berarti R penggantinya dapat dihitung dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_p = 2 \Omega + 1 \Omega \\ &= 3 \Omega \end{aligned}$$

Sehingga kuat arus dalam rangkaian dapat dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{3} = 1 \text{ A}$$

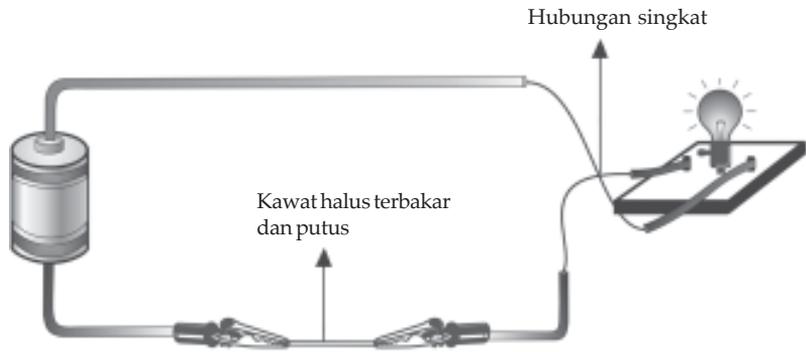
Jadi, kuat arus rangkaian sebesar 1 A.

6. Pemutus Arus

Tegangan listrik jala-jala (PLN) di rumahmu sebesar 220 V dan kuat arus yang mengalir dalam rangkaian listrik tersebut cukup besar. Arus yang mengalir bisa menjadi sangat besar, jika terjadi hubungan singkat. Pada peristiwa hubungan singkat, arus listrik tidak melewati hambatan, tetapi langsung melewati kawat penghantar. Peristiwa hubungan singkat terjadi jika isolator pembungkus kawat terkelupas. Akibat besarnya arus listrik pada kawat penghantar, maka terdapat energi listrik yang berubah menjadi panas. Coba kamu perhatikan gambar berikut.



Gambar 9.12
 Dengan memasang kawat halus pada rangkaian, kawat halus akan terbakar dan segera putus saat terjadi hubungan singkat.



Untuk mencegah hubungan singkat, maka rangkaian listrik harus segera *terbuka* (arus tidak mengalir) begitu terjadi hubungan singkat. Caranya adalah dengan memasang kawat penghantar yang relatif mudah terputus pada rangkaian listrik.

Jika terdapat arus berlebih pada rangkaian, dan arusnya melebihi batas arus pada sekering, maka sekering tersebut segera meleleh dan putus. Pemilik rumah tinggal mencari dan memperbaiki apa yang menyebabkan terjadi hubungan singkat. Selanjutnya ia harus mengganti sekering yang telah putus dengan sekering baru yang sama dengan sekering semula.



Gambar 9.13
 Pemutus arus (sekering).

Peralatan lain yang lebih praktis untuk mencegah terjadinya hubung singkat adalah pemutus arus, seperti ditunjukkan **Gambar 9.13**. Pemutus arus dalam kehidupan sehari-hari kita kenal sekering. Pemutus arus (sekering) terdiri atas logam yang dapat bengkok jika

logam tersebut panas. Bengkoknya logam tersebut menyebabkan aliran listrik terputus. Rangkaian dapat difungsikan kembali dengan mengembalikan sakelar pemutus arus ke posisi semula. Namun sebelum itu, kamu harus mengecek apa yang menyebabkan terjadinya hubungan singkat itu.



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Jelaskan ciri-ciri rangkaian seri dan ciri-ciri rangkaian paralel, dilihat dari cara merangkainya, kuat arus pada rangkaian, dan beda potensial pada ujung-ujung hambatan.
2. Tiga buah hambatan, 4 ohm, 6 ohm, dan 12 ohm dirangkai secara paralel pada beda potensial 3 volt.
 - a. Berapa hambatan penggantinya?
 - b. Berapa kuat arus total dalam rangkaian tersebut?
3. Dua hambatan, 1 ohm dan 4 ohm dirangkai seri pada beda potensial tertentu, dan kuat arus yang ada pada rangkaian itu diukur. Ternyata kuat arusnya 200 mA. Berapakah beda potensial tersebut?
4. Dua hambatan, 40 ohm dan 60 ohm dirangkai paralel dengan sumber tegangan 3 volt. Berapa miliampere kuat arus pada rangkain tersebut?

 **Bina Keterampilan**

Hambatan kawat tembaga yang panjangnya 1 cm pada berbagai suhu ditunjukkan di bawah ini.

Tabel Hambatan tembaga pada berbagai suhu

| No. | Suhu dalam °C | Hambatan dalam mW |
|-----|---------------|-------------------|
| 1. | 50 | 2 |
| 2. | 200 | 3 |
| 3. | 475 | 5 |

Buat grafik untuk data di atas. Apakah hantaran listrik tembaga lebih baik pada hari yang dingin ataukah hari yang panas?





1. Hambatan merupakan kecenderungan suatu benda untuk melawan aliran muatan listrik, mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain.
2. Hukum Ohm menyatakan bahwa besar kuat arus dalam hambatan berbanding lurus dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan penghantar.
3. Besar hambatan pada kawat penghantar berbanding lurus dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Besar hambatan pada kawat penghantar juga bergantung pada jenis kawat tersebut. Secara matematis dirumuskan:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

4. Dalam rangkaian seri, arus hanya mempunyai satu jalan untuk lewat. Sedangkan dalam rangkaian paralel, terdapat beberapa jalan yang dapat dilewati arus.
5. Dalam rangkaian seri kuat arus di mana-mana sama. Sedangkan dalam rangkaian paralel, kuat arus sebelum memasuki cabang sama dengan jumlah kuat arus pada tiap cabang.
6. Dalam rangkaian seri beda potensial sumber sama dengan jumlah beda potensial pada masing-masing hambatan. Sedangkan dalam rangkaian paralel, beda potensial hambatan sama besar dengan beda potensial sumber.
7. Hambatan pengganti pada rangkaian seri dapat ditemukan melalui hubungan:
 $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$.
8. Hambatan pengganti dalam rangkaian paralel dapat ditemukan melalui hubungan:

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

9. Sekering dan pemutus arus digunakan untuk mencegah terjadinya bahaya kebakaran akibat hubungan singkat dalam rangkaian listrik.

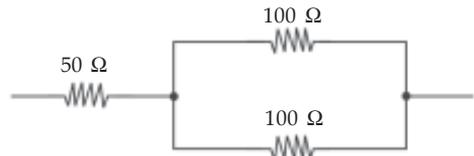


A. Pengecekan Konsep

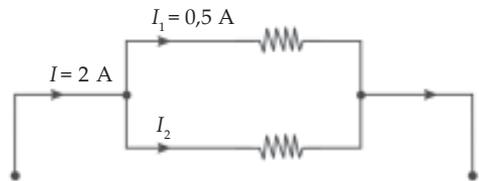
Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Hambatan pada kawat penghantar menyebabkan energi listrik dapat diubah menjadi ... oleh penghantar itu.
 - energi kimia
 - energi nuklir
 - energi panas
 - energi bunyi
- Agar hambatan pada kawat penghantar bertambah besar, yang harus dilakukan adalah
 - memotong kawat penghantar
 - mengganti dengan kawat yang jenisnya sama, namun diameternya lebih besar
 - memberi beda potensial yang besar pada kawat tersebut
 - mengganti dengan kawat yang sama, namun lebih panjang
- Berikut ini merupakan persamaan-persamaan yang menyatakan hukum Ohm, kecuali
 - $V = IR$
 - $I = \frac{V}{R}$
 - $R = VI$
 - $R = \frac{V}{I}$
- Dalam sebuah rangkaian listrik, jika kawat penghantarnya makin panjang maka nilai kuat arusnya makin kecil. Hal ini menunjukkan
 - nilai hambatannya makin kecil
 - nilai hambatannya makin besar
 - energi listriknya makin besar
 - beda potensialnya makin kecil

- Nilai hambatan pengganti pada rangkaian di bawah ini adalah



- 25 ohm
 - 100 ohm
 - 150 ohm
 - 250 ohm
- Perhatikan gambar rangkaian berikut. Besar kuat arus I_2 adalah



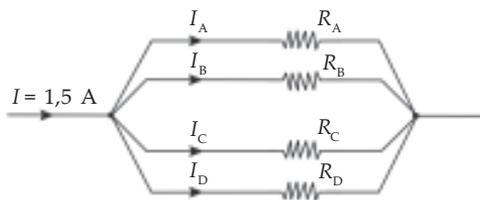
- 0,5 A
 - 1,5 A
 - 2 A
 - 2,5 A
- Kuat arus yang paling besar dari kombinasi di bawah ini adalah
 - tegangan 3 V dan hambatan 15 W
 - tegangan 4,5 V dan hambatan 30 W
 - tegangan 6 V dan hambatan 40 W
 - tegangan 4,5 V dan hambatan 30 W
 - Pada sebuah penghantar yang memiliki hambatan 120 ohm terdapat beda potensial 60 V. Arus yang mengalir melalui penghantar itu adalah
 - 7.200 A
 - 60 A
 - 2 A
 - 0,5 A



9. Hambatan kawat dapat diukur secara langsung menggunakan

- ohmmeter
- voltmeter
- multimeter
- amperemeter

10. Perhatikan gambar di bawah ini.



Jika $I_A = I_D = 0,4$ A dan $I_B = I_C$, maka I_B sebesar

- 0,35 A
- 0,4 A
- 0,7 A
- 1,1 A

B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Bagaimana hubungan antara hambatan, beda potensial, dan kuat arus dalam sebuah rangkaian?
2. Kamu memiliki dua logam yang jenisnya sama. Apakah hambatan keduanya juga mesti sama? Jelaskan mengapa jawabanmu seperti itu.
3. Sebuah mobil mainan berhambatan 2 ohm memerlukan arus 1,5 A. Berapakah beda potensial yang diperlukannya?
4. Dua buah hambatan yang besarnya sama dirangkai seri dengan beda potensial tertentu. Arus yang mengalir diukur, besarnya I_1 . Selanjutnya hambatan tersebut dirangkai paralel dengan beda potensial yang sama. Arus yang mengalir diukur, besarnya I_2 . Besar manakah harga I_1 dengan I_2 ? Jelaskan mengapa jawabanmu seperti itu.
5. Mengapa burung dapat bertengger dengan kedua kakinya pada kawat bertegangan tinggi tanpa tersengat listrik?



Refleksi

- ◆ Apakah kamu kesulitan ketika belajar materi bab ini?
- ◆ Adakah materi yang belum kamu pahami?
- ◆ Materi mana yang sulit pemahamannya? Coba kamu tanyakan pada gurumu supaya kamu lebih mudah memahaminya.



Bab

10

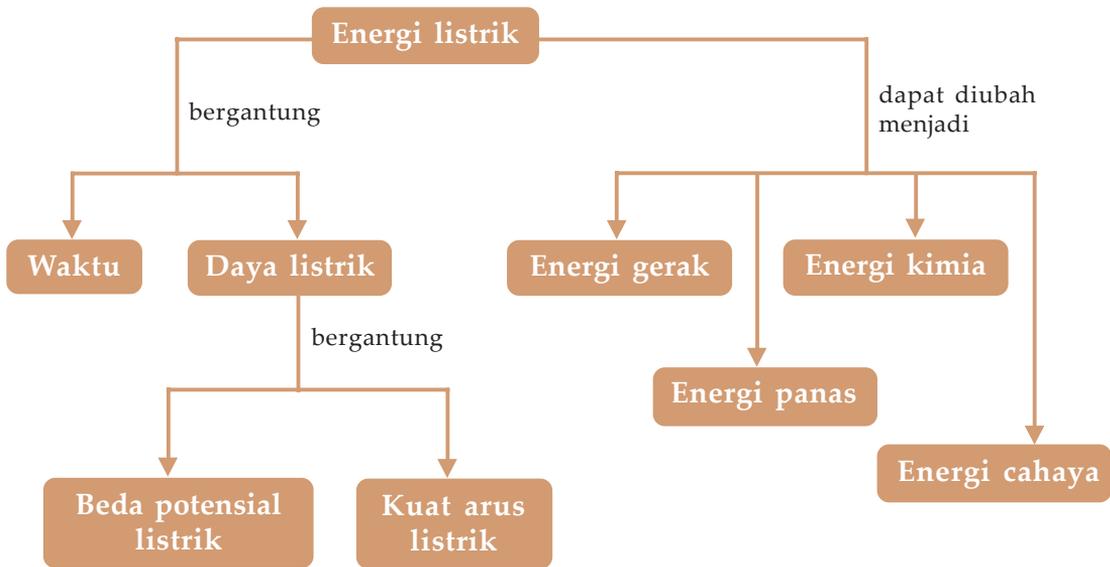
DAYA DAN ENERGI LISTRIK



(Sumber: Dok. Penerbit)

Di Indonesia, umumnya listrik yang kita gunakan dikelola oleh PLN. Tentu saja konsumen listrik harus membayar kepada PLN atas penggunaan energi listrik tersebut. Besar pembayaran ini tergantung pada energi listrik yang digunakan. Bagaimanakah cara mengukur energi listrik yang kamu gunakan? Setelah belajar bab ini kamu dapat menggambarkan *hubungan energi dan daya listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.*

Peta Konsep



Kata-Kata Kunci

- Daya listrik
- Energi listrik

Soal Prasyarat

- ☺ Apakah satuan daya listrik dalam SI?
- ☺ Energi listrik dapat diubah menjadi energi bentuk lain. Sebutkan contoh benda di sekitarmu yang mengalami perubahan energi listrik menjadi energi gerak; energi listrik berubah menjadi energi panas; dan energi listrik berubah menjadi energi cahaya.



A. Daya Listrik



Apa yang terbayang di benakmu ketika kamu mendengar istilah daya? Kamu telah mempelajari pengertian daya di kelas VII, bahwa daya adalah laju dilakukannya usaha. Jika semakin cepat usaha dikerjakan suatu gaya, maka semakin besar dayanya. Dalam SI daya diukur dalam satuan watt (W).

Berbagai peralatan listrik mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain. Cepatnya perubahan energi ini bergantung pada daya listrik peralatan itu. Semakin cepat peralatan itu mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, semakin besar dayanya. Sebaliknya semakin lambat peralatan itu mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, semakin kecil dayanya. Contoh, lampu yang berdaya 40 W lebih terang daripada lampu berdaya 5 W, jika dipasang pada tegangan yang sesuai.

Bagaimana kamu dapat mengetahui daya berbagai peralatan listrik? Salah satu caranya dengan melihat label yang tertera pada peralatan listrik tersebut. Setiap peralatan listrik umumnya dilengkapi dengan label. Label tersebut memuat beda potensial yang diperlukan, serta daya yang dihasilkan.

Tabel 10.1 Daya berbagai peralatan listrik.

| Nama peralatan | Daya (watt) |
|----------------|-------------|
| Kulkas | 600 |
| Oven | 2600 |
| Seterika | 300 |
| TV warna | 300 |
| Tape recorder | 100 |
| Jam | 3 |

(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

Peralatan listrik yang berbeda juga menghasilkan daya yang berbeda-beda pula, seperti dapat kamu amati dalam **Tabel 10.1**.

Daya listrik yang dihasilkan oleh berbagai peralatan listrik dapat pula kita ketahui dengan mengalikan beda potensial dengan kuat arus yang melalui peralatan itu. Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

- dengan P = daya watt (W)
- V = beda potensial volt (V)
- I = kuat arus ampere (A)



Selain diukur dalam satuan watt, daya dapat pula diukur dalam satuan kilowatt (kW). Satu kW sama dengan 1.000 W.

Contoh

Sebuah kalkulator memerlukan beda potensial 3 V. Ternyata timbul kuat arus 0,02 A. Berapa daya kalkulator tersebut?

Diketahui : beda potensial, $V = 3 \text{ V}$

kuat arus, $I = 0,02 \text{ A}$

Ditanya : daya listrik, P ?

Jawab

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 3 \text{ V} \times 0,02 \text{ A} \\ &= 0,06 \text{ VA} = 0,06 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi, daya kalkulator tersebut sebesar 0,06 W.

Latihan 1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apa yang dimaksud dengan daya listrik?
2. Pak Nurman membeli lampu dengan daya 25 watt. Berapa daya lampu yang dibeli Pak Nurman dalam satuan kilowatt.
3. Sebuah lampu yang dipasang pada beda potensial 220V, ternyata kuat arusnya 50 mA. Berapakah daya lampu itu?
4. Perhatikan gambar di samping.

Penanak nasi listrik tersebut mempunyai daya 375 watt dan pemanasnya 50 watt. Jika penanak nasi tersebut dipasang pada beda potensial 220 V, maka berapa mA arus listrik yang mengalir pada penanak nasi tersebut.



(Sumber: Dok. Penerbit)



B. Energi Listrik dan Perubahannya



Telah kita bahas bahwa penggunaan energi listrik bergantung pada daya listrik berbagai peralatan yang digunakan. Jika digunakan bersamaan, maka peralatan listrik yang berdaya besar membutuhkan energi listrik yang besar pula dibandingkan dengan peralatan yang sejenis yang berdaya kecil.

Selain bergantung pada daya listrik, besar energi listrik juga bergantung pada lamanya peralatan itu digunakan. Jika semakin lama peralatan digunakan, maka energi listrik yang diperlukan juga semakin besar.

Berdasarkan uraian di atas maka energi listrik dapat dirumuskan:

$$W = P \times t$$

mengingat $P = V \times I$, maka:

$$W = V \times I \times t$$

Karena $V = I \times R$, maka persamaan di atas dapat pula ditulis:

$$W = I^2 \times R \times t$$

- dengan W = energi listrik Joule (J)
- P = daya watt (W)
- t = waktu sekon (s)
- I = kuat arus ampere (A)
- R = hambatan ohm (Ω)

Untuk penggunaan sehari-hari, biasanya daya diukur dalam satuan kilowatt (kW), dan waktu diukur dalam satuan jam (*hour*, disingkat h). Jika satuan-satuan ini yang digunakan, maka energi listrik bersatuan kilowatt jam (kWh).

Pernahkah kamu mengamati meter listrik (kWh meter) di rumahmu? Perhatikan **Gambar 10.1**. Peralatan itu digunakan untuk mengukur penggunaan energi listrik di rumahmu. Setiap bulan petugas PLN mencatat angka yang tertera pada kWh meter.



Lab Saku

Berapa daya listrik untuk menjalankan mobil mainan?

1. Lepaskan baterai dari mobil mainan listrik. Sambungkan kawat-kawat penghantar pada ujung-ujung baterai tersebut.
2. Sambungkan salah satu ujung lain kawat pada sambungan baterai mobil mainan itu. Ujung kawat yang satunya kamu hubungkan dengan amperemeter, seperti gambar.



3. Hidupkan mobil dan catat pembacaan kuat arus amperemeter.
4. Temukan pula beda potensial baterai tersebut.

Analisis :

1. Gunakan data kuat arus dan beda potensial untuk menemukan daya mobil mainan tersebut.
2. Apakah penggunaan daya mobil juga bergantung pada kecepatan mobil itu?

Gambar 10.1

Alat pengukur energi listrik di rumah.

(Sumber: Dok. Penerbit)



Selisih angka yang tercatat merupakan energi listrik yang digunakan pada bulan tersebut. Sebagai contoh, pada awal bulan April angka yang tertera 4.216 kWh, sedangkan awal bulan Mei tertera 4.527 kWh. Maka energi listrik yang telah digunakan adalah $4.527 \text{ kWh} - 4.216 \text{ kWh} = 311 \text{ kWh}$. Dengan mengalikan angka tersebut dengan harga tiap kWh, maka biaya penggunaan energi listrik di rumahmu dapat dihitung.

Contoh

Keluarga Mahfud memiliki 4 buah kipas listrik, masing-masing berdaya 50 W. Kipas-kipas tersebut digunakan 10 jam tiap hari. Berapa kWh-kah penggunaan energi listrik untuk kipas tersebut dalam satu bulan?

Diketahui : daya, $P = 4 \times 50 \text{ W} = 200 \text{ W} = 0,2 \text{ kW}$

$$\text{waktu, } t = 10 = \frac{\text{h}}{\text{hari}} \times 30 \text{ hari} = 300 \text{ h}$$

Ditanya : energi listrik, W ?

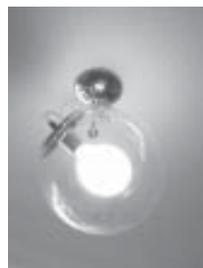
Jawab

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 0,2 \text{ kW} \times 300 \text{ h} \\ &= 60 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi, energi listrik tersebut sebesar 60 kWh.

Energi yang telah kita ketahui rumusnya tersebut dapat kamu manfaatkan dalam berbagai macam hal setelah kamu mengubahnya menjadi energi dalam bentuk lain. Perubahan-perubahan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Energi Listrik Diubah Menjadi Energi Cahaya



Gambar 10.2

Lampu dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya.

(Sumber: www.mycultecow)

Hasil dari perubahan ini dapat kamu lihat secara nyata dari peristiwa menyalanya lampu yang dihubungkan dengan jaringan listrik PLN. Kamu juga dapat melihat macam-macam bentuk lampu yang ada di sekitarmu. Dan lampu yang menyala karena adanya filamen yang ada didalamnya, hingga lampu



yang menyala karena adanya proses ionik akibat adanya beda potensial di dalam ruang lampu tersebut. Apakah kamu masih dapat memberikan contoh yang lain?

2. Energi Listrik Diubah Menjadi Energi Gerak

Proses perubahan ini dapat kamu saksikan ketika kamu menghidupkan kipas angin. Mengapa kipas tersebut dapat berputar? Kipas tersebut dapat berputar karena adanya energi listrik yang diubah oleh komponen-komponen magnet di dalam kipas tersebut menjadi energi gerak.

3. Energi Listrik Diubah Menjadi Energi Panas

Perubahan energi listrik menjadi energi panas dapat kamu lihat pada peralatan-peralatan rumah tangga. Seterika, kompor listrik, dan solder merupakan contoh-contohnya. Peralatan ini memanfaatkan kawat yang memiliki hambat jenis besar, misalnya kawat nikelin atau nikrom. Dapatkah kamu merancang dan membuat pemanas listrik? Coba kamu lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan 1

Merancang dan Membuat Peralatan Listrik

Alat dan bahan

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> kawat nikelin | <input checked="" type="checkbox"/> amperemeter |
| <input checked="" type="checkbox"/> sumber tegangan | <input checked="" type="checkbox"/> voltmeter |
| <input checked="" type="checkbox"/> kawat penghubung dengan penjepit buaya | |

Petunjuk keselamatan

Sebagian dari rangkaianmu menjadi panas. Jangan membuat hubungan singkat kutub positif dan negatif sumber tegangan.

Merencanakan eksperimen

1. Sebagai sebuah kelompok, buat kesepakatan bagaimana eksperimen yang akan kamu lakukan.
2. Besaran apa yang harus kamu ubah selama eksperimen? Besaran apa yang harus kamu ukur, dan bagaimana cara mengukurnya? Pastikan untuk membuat tabel datanya.



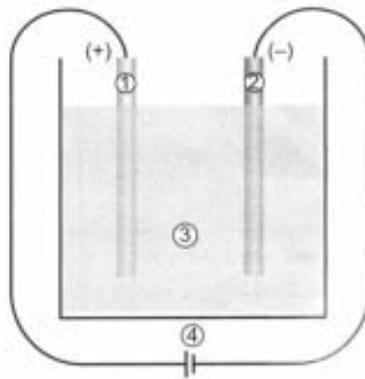
3. Konsultasikan rancanganmu pada gurumu, dan kamu harus memasukkan setiap perubahan yang disarankan beliau dalam rancanganmu.

Analisis dan diskusi

1. Bagaimana pengaruh panjang kawat elemen pemanasmu terhadap energi listrik yang diperlukan?
2. Hal-hal apa saja yang harus ditambahkan dalam rancanganmu, agar pemanasmu berfungsi lebih baik?

4. Energi Listrik Diubah Menjadi Energi Kimia

Apakah kamu pernah melihat orang-orang "memperbarui" perhiasan-perhiasan emas yang mereka punya, seperti gelang, kalung, dan anting-anting? Benda-benda tersebut sebelumnya tampak kusam, tapi setelah "diperbarui" akan berubah menjadi seperti baru lagi. Proses ini biasa dikenal di masyarakat dengan istilah penyepuhan.



Gambar 10.3
Bagan prpses penyepuhan.

Penyepuhan memanfaatkan bentuk perubahan energi listrik menjadi energi kimia melalui proses-proses kimiawi. Secara sederhana, penyepuhan dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik pada bahan pelapis (sebagai anoda) dan perhiasan yang akan disepuh (sebagai katoda) melalui cairan elektrolit. Selama proses ini

logam pelapis lama-lama akan habis karena berubah menjadi partikel-partikel kecil yang kemudian menempel pada perhiasan yang disepuh. Proses penempelan inilah yang membutuhkan energi listrik. Perhatikan **Gambar 10.3**.





Rangkuman



1. Daya listrik adalah cepatnya energi listrik diubah menjadi energi bentuk lain.
2. Daya listrik pada peralatan listrik dapat dilihat pada label peralatan itu, atau menggunakan rumus:

$$P = V \times I.$$

3. Energi listrik dapat diubah menjadi energi bentuk lain. Besar energi listrik dapat dihitung melalui persamaan:

$$W = P \times t, \text{ atau } W = V \times I \times t.$$

4. Biaya listrik bergantung pada besar energi listrik yang telah digunakan. Alat untuk mengetahui penggunaan energi listrik disebut meter listrik atau kWh meter.
5. Energi listrik dapat diubah menjadi bentuk lain sehingga dapat kamu manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Perubahan-perubahan tersebut adalah sebagai berikut.
 - a. Energi listrik diubah menjadi energi cahaya, contoh lampu.
 - b. Energi listrik diubah menjadi energi gerak, contoh kipas angin.
6. Energi listrik diubah menjadi energi panas, contoh kompor listrik.
7. Energi listrik diubah menjadi energi kimia, contoh penyepuhan emas.





A. Pengecekan Konsep



Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Berikut yang termasuk contoh dari energi listrik diubah menjadi energi gerak adalah
 - lampu
 - TV
 - kipas angin
 - seterika
- Alat ukur energi listrik yang ada di rumah-rumah adalah
 - kWh-meter
 - amperemeter
 - voltmeter
 - termometer
- Daya listrik diukur dalam satuan
 - ohm
 - watt
 - ampere jam
 - volt
- Energi listrik diukur dalam satuan
 - volt
 - ampere jam
 - kilowatt
 - kilowatt jam
- Alat-alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas adalah
 - seterika listrik dan kipas angin
 - seterika listrik dan oven listrik
 - kipas angin dan TV
 - oven listrik dan mesin cuci
- Salah satu faktor yang mempengaruhi daya listrik adalah
 - waktu
 - kuat arus
 - energi
 - hambatan
- Sebuah lampu dengan hambatan 5 ohm, dinyalakan selama 15 sekon. Jika arus yang mengalir pada lampu 3 A, maka besar energi yang telah dipakai lampu tersebut adalah
 - 29 J
 - 75 J
 - 225 J
 - 675 J
- Seterika listrik dinyalakan selama 0,5 jam dan dipasang pada tegangan 220 V dengan kuat arus 2 A. Besar energi listrik yang diperlukan adalah
 - 110 kJ
 - 220 kJ
 - 440 J
 - 792 kJ
- Laju dilakukannya usaha disebut
 - daya
 - kecepatan
 - jarak
 - energi
- Besarnya energi listrik dapat ditentukan dengan persamaan, *kecuali*
 - $W = V \times I \times t$
 - $W = P \times t$
 - $W = V \times I$
 - $W = I^2 \times R \times t$



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Sebuah lampu senter menggunakan bola lampu $3,5\text{ V}$; $0,25\text{ A}$. Jika dinyalakan selama 10 menit, maka berapa energi yang dikeluarkan.
2. Keluarga Pak Atim menggunakan 4 buah lampu 25 watt, TV 100 watt, dan kipas angin 50 watt. Setiap harinya peralatan tersebut digunakan selama 10 jam. Jika harga listrik Rp 250,00/kWh, tentukan biaya listrik yang harus dibayar Pak Atim setiap bulannya.
3. Buat poster yang menunjukkan bagian-bagian seterika listrik, dan apa fungsinya.
4. Sebuah seterika listrik memiliki hambatan 440 ohm . Jika seterika itu dihubungkan dengan sumber tegangan, dapat mengalirkan kuat arus $0,5\text{ A}$. Jika seterika dipasang selama 30 menit, hitung
 - a. tegangan listrik,
 - b. energi listrik,
 - c. daya listrik.
5. Jelaskan mengapa baterai kecil $1,5\text{ V}$ dapat digunakan untuk menjalankan kalkulator selama setahun, namun baterai $1,5\text{ V}$ yang jauh lebih besar yang digunakan untuk menjalankan robot mainan dengan cepat menjadi habis.



- ◆ Coba kamu cari literatur di internet tentang materi bab ini.
- ◆ Apakah pemahamanmu tentang materi bab ini sama dengan yang kamu temukan di internet?
- ◆ Buat resume tentang materi ini berdasarkan pemahamanmu dan kumpulkan hasilnya pada gurumu.

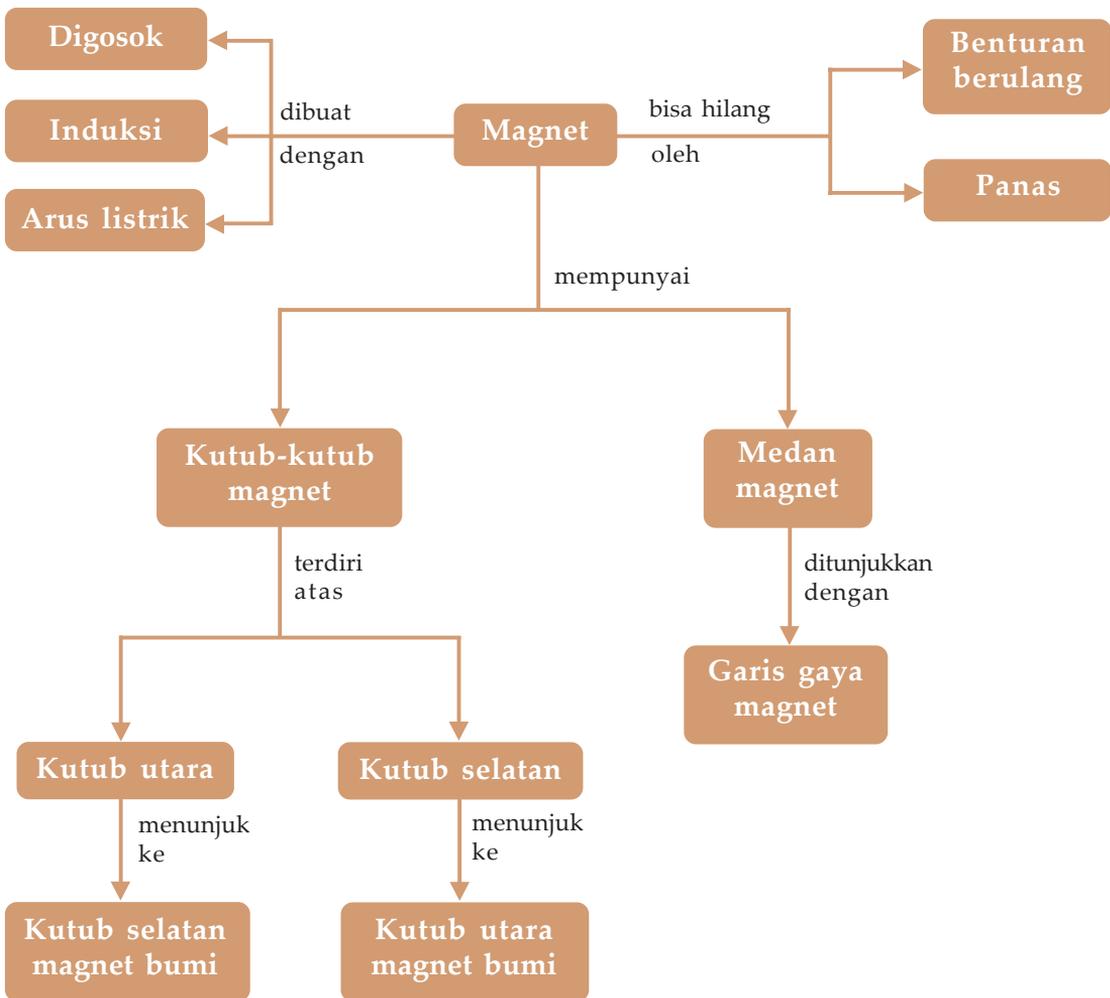




(Sumber: Dok. Penerbit)

Pernahkah kamu berpikir bahwa alat-alat teknologi banyak yang memanfaatkan magnet, seperti pengeras suara, radio, dan disket? Tahukah kamu bahwa alat-alat tersebut melibatkan magnet? Setelah belajar bab ini, kamu akan mengetahui gejala kemagnetan dan pemanfaatannya dalam produk teknologi.

Peta Konsep



Kata-Kata Kunci

- Kemagnetan
- Kutub magnet
- Medan magnet
- Deklinasi
- Inklinasi

Soal Prasyarat

- ☺ Sebutkan benda-benda di sekitar rumahmu yang mengandung magnet.
- ☺ Sebutkan sifat-sifat benda yang mengandung magnet.



A. Sifat-sifat Magnet



Lebih dari 2000 tahun yang lalu, orang Yunani yang hidup di Magnesia menemukan batu yang istimewa. Batu tersebut dapat menarik benda-benda yang mengandung logam. Ketika batu itu digantung sehingga dapat berputar, salah satu ujungnya selalu menunjuk arah utara. Karena batu itu ditemukan di Magnesia, orang Yunani menamainya magnetit. Orang Yunani tidak mengetahui lebih lanjut bagaimana sifat-sifatnya, namun mereka telah mengamati ciri-ciri bahan yang disebut magnet.

Pada saat ini berbagai teknologi banyak sekali yang melibatkan magnet. Pengeras suara, layar TV, kaset, dan disket merupakan contoh-contohnya. Kamu dapat mulai belajar tentang magnet dengan melakukan **Kegiatan 1** berikut ini. Selanjutnya, dalam bagian berikutnya kamu dapat melanjutkan belajarmu tentang magnet dan berbagai penggunaannya.



Kegiatan 1

Merancang Peralatan Listrik

Alat dan bahan

- magnet batang
- penjepit kertas/klip

Cara kerja

1. Peganglah sebuah magnet batang. Tempelkan penjepit kertas pada salah satu ujung magnet itu. Tambahkan penjepit kedua pada ujung penjepit pertama. Lanjutkan penambahan tersebut, hingga penjepit-penjepit itu lepas dari magnet. Catat jumlah penjepit tersebut.
2. Ulangi langkah pertama, dengan menempelkan penjepit sekitar 2 cm dari ujung magnet itu. Ulangi lagi dengan menempelkan penjepit di tengah-tengah magnet.

Analisis dan diskusi

1. Bandingkan jumlah penjepit yang dapat menempel di setiap titik pada magnet batang tersebut.
2. Simpulkan pada bagian manakah magnet memiliki gaya tarik terkuat?



Pernahkah kamu merasakan adanya gaya tarikan, saat kamu mencoba mendekatkan magnet pada benda yang terbuat dari besi? Pernahkah kamu memisahkan dua buah magnet yang melekat jadi satu dengan menarik magnet itu? Peristiwa yang kamu alami itu merupakan contoh gejala kemagnetan. Kemagnetan melibatkan kutub-kutub magnet. Apakah kutub-kutub magnet itu, dan bagaimanakah sifat-sifatnya?

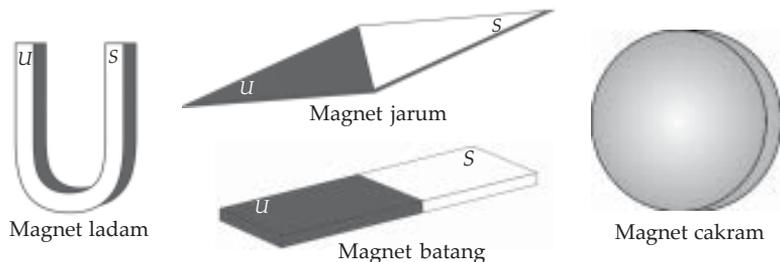
1. Kutub-kutub magnet

Semua magnet memperlihatkan ciri-ciri tertentu. Seperti yang kamu amati dalam **Kegiatan 1**, setiap magnet memiliki dua tempat yang gaya magnetnya paling kuat. Daerah ini disebut kutub magnet. Ada 2 kutub magnet, yaitu kutub utara (U) dan kutub selatan (S). Seringkali kamu menjumpai magnet yang bertuliskan N dan S. N merupakan kutub utara magnet itu (singkatan dari *north* yang berarti utara) sedangkan S kutub selatannya (singkatan dari *south* yang berarti selatan).

Magnet dapat berada dalam berbagai bentuk dan ukuran. Bentuk yang paling sederhana berupa batang lurus. Bentuk lain yang sering kamu jumpai misalnya bentuk tapal kuda (ladam) dan jarum. Pada bentuk-bentuk ini, kutub magnetnya berada pada ujung-ujung magnet itu. **Gambar 11.1** memperlihatkan berbagai bentuk magnet yang sering kamu jumpai.

Gambar 11.1

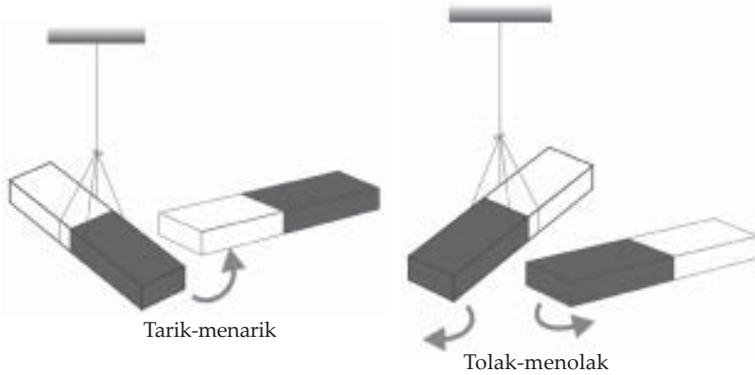
Magnet terdapat dalam berbagai bentuk dan ukuran, seperti magnet batang, magnet ladam (tapal kuda), magnet jarum dan magnet cakram (seperti kancing baju).



Jika dua buah magnet saling didekatkan, magnet pertama akan mengerjakan gaya pada magnet kedua, dan magnet kedua mengerjakan gaya kepada magnet pertama. Gaya magnet, seperti halnya gaya listrik, berupa tarikan dan tolakan. Jika dua kutub utara didekatkan, maka keduanya tolak-menolak. Dua kutub selatan juga saling menolak. Namun, jika kutub selatan didekatkan pada kutub utara, maka kedua kutub ini akan tarik-menarik. Sehingga kita dapat membuat aturan untuk



kutub magnet: kutub senama tolak-menolak, dan kutub tak senama tarik-menarik. Perhatikan **Gambar 11.2**.

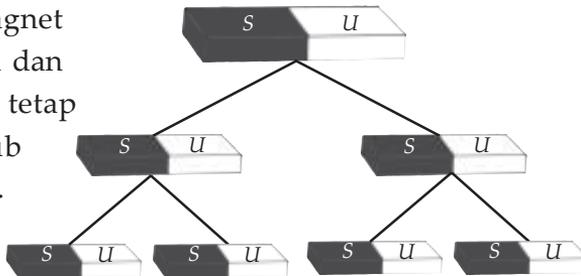


Gambar 11.2

Dua magnet batang yang digantung berdekatan. Berdasarkan gambar tersebut, bagaimanakah gaya magnet antara dua kutub magnet yang senama dan tidak senama?

Kutub-kutub magnet selalu berpasangan yaitu kutub utara dan kutub selatan. Selama bertahun-tahun para ilmuwan mencoba mendapatkan satu kutub saja yang ada pada sebuah magnet. Menurutmu, bagaimanakah caranya? Kamu mungkin berpikir bahwa cara yang paling masuk akal untuk memisahkan kutub magnet adalah dengan memotong magnet menjadi dua. Cara ini memang masuk akal, namun hasilnya tidak demikian. Jika sebuah magnet dipotong menjadi dua, ternyata hasilnya

berupa dua magnet yang lebih kecil dan masing-masing tetap memiliki kutub utara dan selatan. Seperti halnya **Gambar 11.3**.



Gambar 11.3

Tidak peduli berapa kali magnet dipotong, tiap potongan mempertahankan sifat-sifat kemagnetannya.

2. Medan magnet

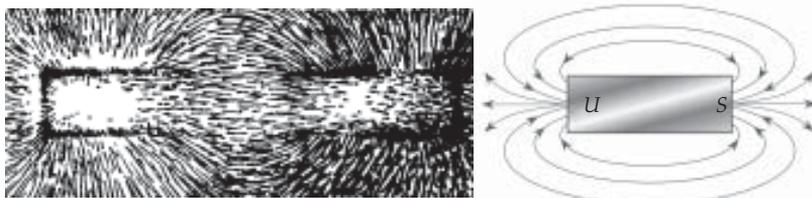
Walaupun gaya-gaya magnet yang terkuat terletak pada kutub-kutub magnet, gaya-gaya magnet tidak hanya berada pada kutub-kutubnya saja. Gaya-gaya magnet juga timbul di sekitar magnet. Daerah di sekitar magnet yang terdapat gaya-gaya magnet disebut medan magnet.



Jika kamu melakukan **Kegiatan 2**, berarti kamu telah berhasil menggambarkan garis gaya magnet. Garis gaya magnet dapat digambarkan dengan cara menaburkan serbuk besi pada kertas yang diletakkan di atas magnet. Perhatikan **Gambar 11.4**. Di manakah tempat garis gaya magnetnya paling rapat? Jika pada suatu tempat garis gaya magnetnya rapat, berarti gaya magnetnya kuat. Sebaliknya jika garis gaya magnetnya renggang, berarti gaya magnetnya lemah.

Gambar 11.4

Diagram garis gaya magnet dapat dibuat sesuai pola serbuk besi yang terjadi.



Kegiatan 2

Memetakan Garis Gaya Magnet

Alat dan bahan

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> serbuk besi | <input checked="" type="checkbox"/> kertas |
| <input checked="" type="checkbox"/> magnet | <input checked="" type="checkbox"/> kertas manila |

Cara kerja

1. Letakkan magnet pada bidang datar. Letakkan kertas manila di atasnya, sehingga menutupi magnet tersebut.
2. Taburkan serbuk besi di atas kertas manila itu. Ketuk-ketuklah kertasnya. Buatlah gambar pola serbuk besi yang terjadi.

Analisis dan diskusi

1. Jelaskan mengapa serbuk besi membentuk pola seperti yang kamu amati?
2. Apakah pola tersebut dapat menunjukkan letak kutub-kutub magnet?

Seperti halnya garis gaya listrik yang menggambarkan medan listrik, garis gaya magnet dapat menggambarkan medan magnet. Namun tidak seperti garis gaya listrik yang

dapat berawal dan berakhir pada satu muatan listrik, garis gaya magnet tidak ada awal dan akhirnya. Garis gaya magnet membentuk lintasan tertutup dari kutub utara ke kutub selatan. Jadi, medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang masih bekerja gaya magnet, digambarkan oleh garis gaya magnet yang menyebar dari kutub-kutub magnet.

3. Bahan magnetik

Apa yang terjadi jika kamu mendekatkan magnet pada benda-benda yang terbuat dari besi, baja, nikel, dan kobalt? Benda-benda itu dapat ditarik oleh gaya magnet, atau bersifat magnetik. Sebaliknya, benda-benda dari kayu, kertas, dan kaca tidak dapat ditarik magnet. Benda-benda ini bersifat nonmagnetik, artinya tidak dapat ditarik oleh gaya magnet.

Bahan-bahan magnetik dapat dibagi menjadi dua, yaitu ferromagnetik dan paramagnetik. Bahan ferromagnetik merupakan bahan yang dapat ditarik magnet dengan kuat. Bahan ferromagnetik contohnya besi, baja, nikel, dan kobalt. Selain dapat ditarik magnet dengan kuat, bahan ferromagnetik dapat dibuat menjadi magnet. Nama ferromagnetik sendiri berasal dari bahasa latin *ferrum* yang artinya besi. Bahan paramagnetik merupakan bahan yang ditarik magnet dengan gaya magnet yang lemah. Contoh bahan paramagnetik misalnya aluminium, platina, dan mangan.

4. Penjelasan tentang gejala kemagnetan

Apa yang terjadi jika kamu mencoba menempelkan paku besi pada pintu kulkas? Tentu saja paku tersebut jatuh. Walaupun berasal dari besi, paku tersebut tidak bersifat magnet. Mengapa ada besi yang bersifat magnet dan ada yang tidak?

Sifat-sifat kemagnetan suatu bahan tergantung pada struktur atomnya. Para ilmuwan mengetahui bahwa tiap atom memiliki sifat-sifat magnet, artinya menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini berasal dari gerakan elektron-elektronnya. Kadang-kadang sekelompok atom bergabung sedemikian hingga medan magnetnya memiliki arah yang sama. Daerah yang ditempati atom-atom yang medan magnetnya berarah sama disebut magnet elementer.



Benda-benda yang Berpengaruh terhadap Medan Magnet.

Jepitlah sebuah magnet batang pada statif.

Ikatkan benang pada penjepit kertas, lalu dekatkan penjepit tersebut pada kutub magnet bagian bawah hingga melekat. Perlahan-lahan tarik benang sehingga penjepit melayang di bawah magnet.

Tanpa menyentuh penjepit, selipkan kertas di antara penjepit dan magnet. Apakah kertas tersebut menyebabkan penjepit jatuh? Cobalah dengan menggunakan benda-benda lain.

Analisis

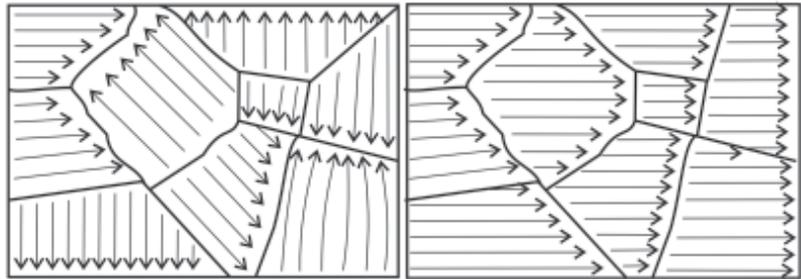
Bahan-bahan apa saja yang mempengaruhi medan magnet?



Kamu dapat membayangkan model magnet elementer ini sebagai magnet mini yang memiliki kutub utara dan selatan. Semua benda tersusun atas magnet-magnet elementer. Perhatikan **Gambar 11.5**. Untuk benda yang tidak bersifat magnet, magnet elementernya tersusun secara acak (arahnya ke segala penjuru). Karena magnet elementernya mengerjakan gaya magnet ke arah yang berbeda-beda, sifat magnetnya saling meniadakan. Akibatnya benda tersebut tidak menghasilkan gaya magnet. Sedangkan benda-benda yang bersifat magnet memiliki magnet-magnet elementer yang menunjuk ke satu arah.

Gambar 11.5

Kumpulan magnet elementer pada benda. Arah panah menunjuk kutub utara. Pada benda yang tidak bersifat magnet, magnet elementernya berarah ke segala penjuru. Sedangkan pada bahan yang bersifat magnet, magnet elementernya menunjuk pada satu arah.



5. Pembuatan magnet

Magnet ada yang diperoleh langsung dari alam dan dibuat manusia. Magnet yang diperoleh dari alam berupa mineral magnetit. Magnet yang dibuat manusia berasal dari bahan ferromagnetik seperti besi dengan membuat magnet-magnet elementernya menjadi searah.

Cara pertama, kamu dapat menggosok-gosok besi tersebut dengan magnet. Arah penggosokannya harus tetap. Jika besi digosok dengan magnet, maka magnet-magnet elementer besi yang semula berarah tidak teratur menjadi searah.

Cara kedua, seperti yang kamu lakukan dalam **Kegiatan 3**, jika sebuah besi yang tidak bersifat magnet diletakkan di dekat magnet yang cukup kuat maka besi tersebut menjadi bersifat magnet. Pembuatan magnet dengan cara ini disebut induksi. Pada saat besi didekatkan pada magnet, maka magnet-magnet elementer besi disearahkan oleh gaya magnet dari magnet itu. Pada saat magnet-magnet elementernya searah, maka besi tersebut berubah menjadi magnet.



Kegiatan 3

Membuat Magnet

Alat dan bahan

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> paku besi | <input checked="" type="checkbox"/> baterai |
| <input checked="" type="checkbox"/> magnet | <input checked="" type="checkbox"/> kabel |

Cara kerja

1. Ambillah paku besi dan magnet. Gosok-gosok paku tersebut dengan magnet dengan arah tertentu. Setelah beberapa saat ujilah apakah paku itu bersifat magnet.
2. Lekatkan sebuah paku besi pada magnet. Cobalah menarik paku besi kedua dengan menggunakan paku besi pertama (yang melekat pada magnet). Dapatkah paku pertama (yang mula-mula bukan magnet) menarik paku kedua?
3. Lilitkan kabel berisolasi pada paku besi, sekitar 20 lilitan. Hubungkan ujung-ujung kabel dengan baterai 3 V. Coba uji paku besi itu, apakah dapat menarik benda logam?

Analisis dan diskusi

Berdasarkan kegiatan dan hasil pengamatanmu, bagaimanakah cara yang dapat kamu lakukan agar bahan ferromagnetik yang tidak bersifat magnet menjadi magnet?

Cara ketiga pembuatan magnet adalah dengan mengalirkan arus listrik pada kawat. Jika arus listrik dialirkan pada kawat, maka di sekitar kawat akan timbul medan magnet. Gejala kemagnetan akibat arus listrik ini disebut elektromagnetik. Elektromagnetik akan kamu pelajari pada bab berikutnya.

Benda-benda ferromagnetik ada yang mudah dan ada yang sukar dibuat menjadi magnet. Besi lunak mudah dibuat menjadi magnet, namun sifat kemagnetannya mudah hilang. Bahan-bahan lain seperti baja, kobalt, dan nikel lebih sulit dibuat magnet, namun sifat kemagnetannya tidak mudah hilang. Magnet yang seperti ini disebut magnet tetap atau magnet permanen. Untuk membuat magnet permanen yang kuat, digunakan campuran aluminium, nikel, dan kobalt. Campuran ini biasa disebut *alnico* (singkatan dari aluminium, nikel, dan kobalt).

Magnet permanen dapat pula hilang sifat kemagnetannya. Sebagai contoh, jika magnet sering jatuh atau dipukul-pukul maka sifat kemagnetannya akan berkurang, bahkan hilang. Pemanasan pada magnet juga menyebabkan sifat kemagnetannya berkurang atau bahkan hilang. Hal ini terjadi karena tambahan energi akibat pemanasan menyebabkan partikel-partikel bahan bergerak lebih cepat dan lebih acak, maka sebagian magnet elementernya tidak lagi menunjuk arah yang sama seperti semula. Bahkan setiap benda di atas suhu tertentu sama sekali tidak dapat dibuat menjadi magnet.

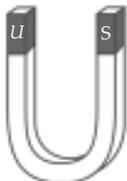
Latihan 1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Terdapat empat buah kutub magnet, sebut saja *A*, *B*, *C*, dan *D*. Kutub *A* dan *B* tolak-menolak, *B* dan *C* tarik-menarik, sedangkan *C* dengan *D* tolak-menolak. Jika *D* merupakan kutub utara, tentukan kutub-kutub yang lain.
2. Apakah yang dimaksud dengan medan magnet?
3. Jelaskan bagaimana kutub-kutub magnetnya jika sebuah magnet ladam dipotong menjadi 3 bagian.
4. Jelaskan bagaimana benda bersifat magnet dengan menggunakan istilah magnet elementer.
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan bahan ferromagnetik dan bahan paramagnetik.
6. Jelaskan tiga cara pembuatan magnet.

Bina Keterampilan

Gambarkan garis gaya magnetnya, gunakan kertas manila.

a. 

b. 

c. 



B. Bumi sebagai Magnet



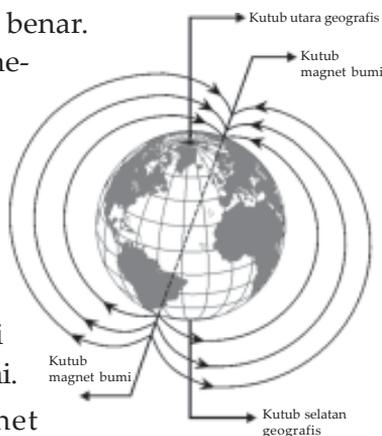
Seperti yang telah kamu amati dalam kegiatan **Lab Saku** mengenai kutub-kutub magnet, ujung-ujung sebuah magnet yang dapat berputar bebas saat diam akan menunjuk arah utara-selatan. Oleh karena itu, penamaan kutub-kutub magnet disesuaikan dengan arah geografis bumi yang ditunjuknya, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Mengapa kutub-kutub magnet selalu menunjuk arah utara selatan, dan tidak ke arah lain?

Ilmuwan Inggris yang bernama William Gilbert pada tahun 1600 mengajukan gagasan bahwa bumi bersifat magnet. Ia memperkirakan kutub-kutub magnet bumi dapat dicari dan ditemukan.

Pendapat Gilbert ternyata benar. Pada saat ini ilmuwan telah mengetahui bahwa bumi memiliki magnet batang raksasa yang terkubur di dalamnya. Bumi mengerjakan gaya magnet serta terdapat medan magnet di sekitar bumi. Medan magnet bumi yang terkuat terletak di daerah kutub-kutub magnet bumi.

Asal mula medan magnet bumi ini belum sepenuhnya dipahami. Medan magnet bumi diperkirakan berasal dari gerakan inti bumi (banyak mengandung nikel dan besi).

Arah medan magnet bumi ternyata tidak tetap. Ilmuwan mempelajari arah medan magnet bumi di masa lalu dengan menganalisis rekaman medan magnet pada mineral magnetik dalam lapisan-lapisan batuan bumi. Padasaat batuan magnetik masih berwujud magma, magnet-magnet elementernya disearahkan oleh medan magnet bumi. Ketika batuan itu membeku, arah medan magnetnya tidak berubah, hingga saat ini. Pola kemagnetan pada lapisan batuan menunjukkan bahwa medan magnet bumi telah berputar beberapa kali, satu kali putaran setiap $\frac{1}{2}$ juta tahun.



Gambar 11.6

Bumi bersifat magnet kutub-kutub magnet bumi tidak berimpit dengan kutub-kutub geografisnya.

(Sumber: *The Universe and Weather*. J. Kusaka)



Binatang-binatang tertentu, seperti merpati memanfaatkan medan magnet bumi sebagai navigasinya sehingga dapat kembali ke sarang atau kandangnya setelah dilepas dari tempat yang jauh. Migrasi musiman kelompok burung tertentu dari satu tempat ke tempat lain juga memanfaatkan jalur-jalur medan magnet bumi.

1. Kompas



Gambar 11.7

Tanpa bantuan kompas, para penjelajah jaman dulu tidak akan mampu menentukan lokasinya di tengah laut dan tidak mampu membuat peta.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Pernahkah kamu menggunakan kompas untuk menentukan arah? Jika kamu pernah menggunakan kompas, kamu mengetahui bahwa jarum kompas selalu menunjuk arah utara dan selatan.

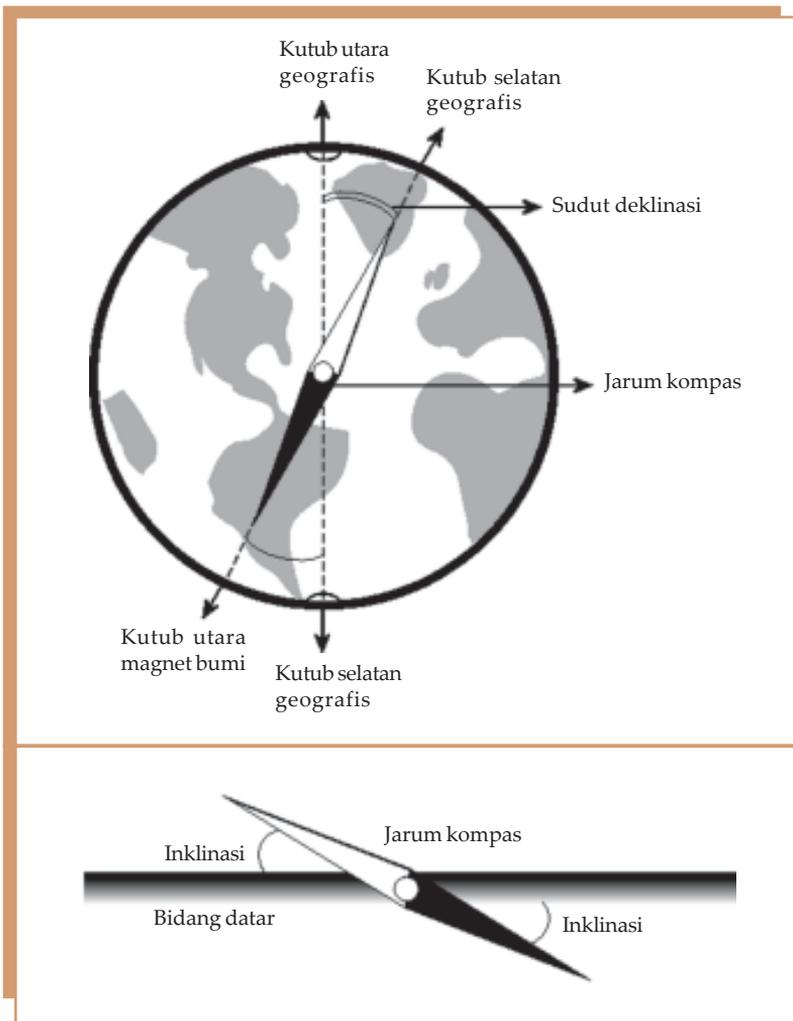
Jarum kompas berupa magnet. Jarum ini memiliki kutub utara dan selatan. Medan magnet bumi mengerjakan gaya magnet kepada jarum kompas. Kutub utara jarum kompas menunjuk ke arah kutub utara geografis bumi. Namun apakah

kutub utara geografis juga merupakan kutub utara magnet Bumi? Seperti yang telah kamu pelajari, kutub magnet yang senama tolak-menolak dan yang tak senama tarik-menarik. Jadi, yang ditunjuk oleh kutub utara jarum kompas sebenarnya adalah kutub selatan magnet bumi. Sedangkan yang ditunjuk oleh kutub selatan jarum kompas sebenarnya kutub utara magnet bumi.

Kutub-kutub magnet bumi sebenarnya tidak tepat berimpit dengan kutub-kutub geografisnya. Kutub selatan magnet Bumi ternyata terletak di daerah Kanada bagian utara, sekitar 1500 km dari kutub utara geografis. Sedangkan kutub utara magnet Bumi terletak di dekat Lingkaran Antartika. Oleh karena itu, ketika kita menggunakan kompas, jarum kompas tidak tepat benar menunjuk arah utara selatan, namun agak menyamping. Sudut yang dibentuk antara jarum kompas dengan arah utara selatan geografis disebut sudut deklinasi. Di daerah khatulistiwa sudut deklinasi hampir nol. Namun semakin dekat ke kutub, sudut deklinasi ini semakin besar.



Kamu telah mengetahui bahwa bumi dapat dipandang memiliki magnet batang raksasa yang terkubur di dalamnya. Jika demikian, maka kutub-kutub magnet bumi juga terletak di dalam bumi. Akibatnya posisi jarum kompas tidak tepat mendatar, tapi membentuk sudut. Sudut yang dibentuk antara jarum kompas dengan permukaan bumi disebut sudut inklinasi. Sudut inklinasi tidak sama untuk berbagai belahan bumi. Di daerah khatulistiwa, sudut inklinasinya kecil. Jika semakin dekat dengan kutub magnet bumi, maka sudut inklinasinya membesar. Tepat di daerah kutub magnet bumi (misalnya di Kanada bagian utara), sudut inklinasinya paling besar, dan bahkan jarum kompas hampir tegak lurus dengan permukaan bumi.



Gambar 11.8
Sudut deklinasi dan inklinasi.





Latihan 2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Jelaskan bagaimana jarum kompas dapat menunjukkan arah utara selatan?
2. Misalkan kamu menggunakan kompas di dekat sebuah benda, ternyata jarum kompas tersebut tidak menunjuk arah utara selatan. Jelaskan, kemungkinan apa yang ada untuk menjelaskan gejala tersebut.
3. Apakah yang dimaksud dengan sudut deklinasi?
4. Jelaskan dengan gambar mengapa jika kamu bergerak mendekati kutub geografis bumi sudut deklinasi semakin besar.
5. Apa perbedaan dari sudut deklinasi dengan inklinasi? Jelaskan dengan gambar.



Rangkuman



1. Kutub-kutub magnet yang senama tolak-menolak, sedangkan yang tak senama tarik-menarik.
2. Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang masih bekerja gaya magnet. Medan magnet dapat digambarkan oleh garis gaya magnet.
3. Magnet tersusun dari magnet-magnet elementer yang searah.
4. Bumi bersifat sebagai magnet, oleh karena itu dikelilingi medan magnet.
5. Kutub utara magnet bumi terletak di dekat kutub selatan geografis, dan kutub selatan magnet bumi terletak di dekat kutub utara geografis.
6. Kompas tidak persis menunjuk arah utara selatan. Kompas menunjuk arah kutub magnet bumi. Sudut antara kutub utara selatan magnet bumi (yang ditunjuk kompas) dengan kutub utara selatan geografis disebut deklinasi. Sedangkan sudut yang dibentuk jarum kompas dengan bidang datar disebut inklinasi.



A. Pengecekan Konsep

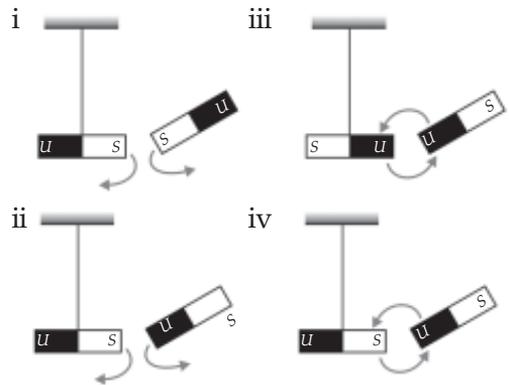
Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Daerah pada magnet yang gaya magnet-nya terkuat disebut
 - magnet
 - medan magnet
 - kutub magnet
 - garis gaya magnet
- Daerah di sekitar magnet yang terdapat gaya-gaya magnet disebut
 - kutub magnet
 - medan magnet
 - garis gaya magnet
 - magnet elementer
- Dari bahan-bahan berikut, yang bukan bahan magnetik adalah

| | |
|----------|-----------|
| a. gelas | c. kobalt |
| b. besi | d. nikel |
- Jika jarak antara dua kutub magnet dijauhkan, maka gaya magnet yang timbul

| | |
|----------------|--------------|
| a. tetap | c. bertambah |
| b. menjadi nol | d. berkurang |
- Jika magnet batang dipotong menjadi tiga bagian, maka bagian yang tengah
 - tidak bersifat magnet
 - hanya memiliki kutub utara
 - hanya memiliki kutub selatan
 - memiliki kutub utara dan selatan

- Perhatikan gambar di bawah ini.



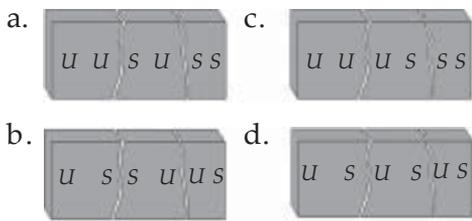
Sifat magnet batang yang benar ditunjukkan gambar

- | | |
|---------------|-------------|
| a. ii dan iii | c. i dan ii |
| b. ii dan iv | d. i dan iv |
- Perhatikan gambar di samping. Bagian yang menunjukkan sudut inklinasi adalah

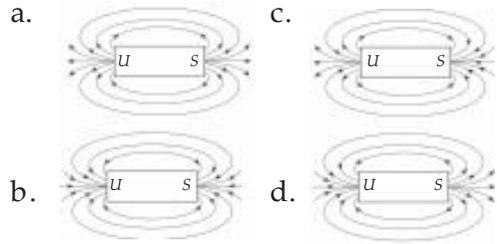
| |
|------------|
| a. 1 dan 3 |
| b. 1 dan 4 |
| c. 2 dan 3 |
| d. 3 dan 4 |
 - Sudut antara jarum kompas dengan arah utara sebenarnya disebut
 - inklinasi
 - deklinasi
 - kutub
 - bumi



9. Sebuah magnet batang dipotong-potong menjadi tiga bagian. Susunan kutub-kutub magnet yang benar adalah



10. Gambar garis gaya magnet pada magnet batang yang benar ditunjukkan gambar



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Apakah yang dimaksud dengan kutub magnet? Bagaimana perilaku kutub magnet jika didekati dengan kutub magnet lain?
2. Mengapa penjelajah yang tidak berpengalaman dalam menggunakan kompas dapat tersesat di dekat kutub geografis bumi?
3. Mengapa jarum kompas tidak tepat menunjuk arah utara-selatan?
4. Jelaskan bagaimana cara membuat bahan menjadi bersifat magnet? Bagaimanakah caranya kemagnetan suatu magnet dapat hilang?
5. Besi bukan magnet jika digosok dengan magnet kuat akhirnya menjadi bersifat magnet. Jelaskan apa yang terjadi pada magnet elementer besi selama proses tersebut.



- ◆ Coba kamu buat resume tentang kemagnetan berdasarkan pemahamanmu. Berikan contoh yang ada di sekitarmu. Kamu dapat mencari informasi lainnya dengan menggunakan literatur lain dan *browsing* internet.



Bab

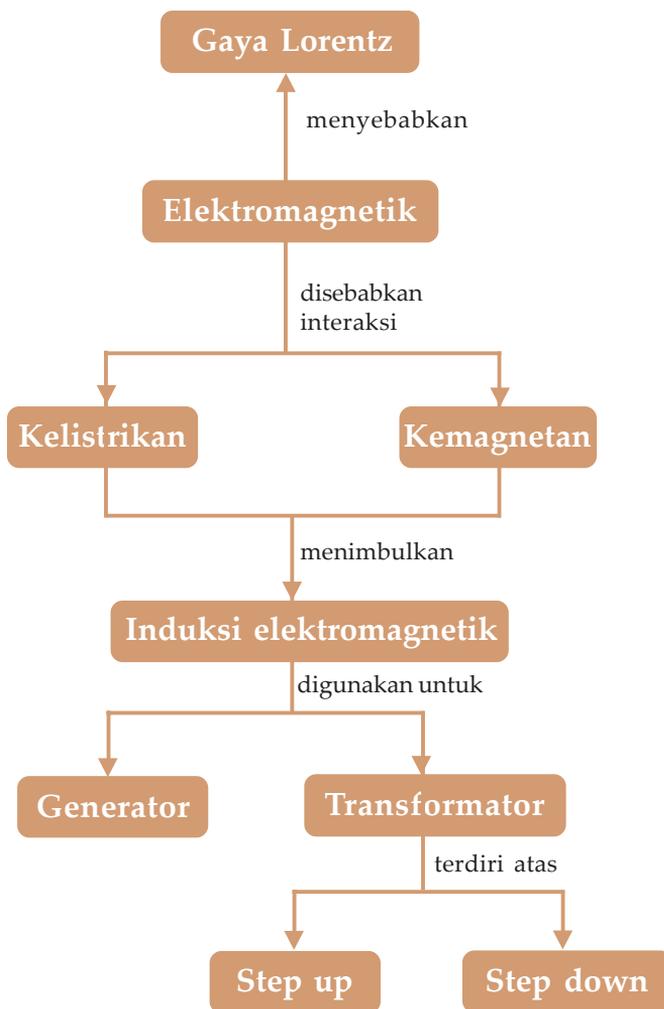
12

ELEKTROMAGNETIK



(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

Kamu mungkin pernah melihat alat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan besi-besi tua. Ketika akan mengangkat besi, alat tersebut didekatkan pada besi dan besi menempel padanya. Kemudian besi dipindahkan ke tempat lainnya, sesampainya di tujuan, besi tersebut terlepas. Kamu mungkin bertanya-tanya, bagaimanakah sebuah benda dapat menjadi magnet, namun kemagnetan benda itu dapat hilang dengan segera? Pada bab ini kamu akan belajar tentang *konsep elektromagnetik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari*.



Kata-Kata Kunci

- Elektromagnetik
- Gaya Lorentz
- Galvanometer
- Generator
- Transformator
- Efisiensi

Soal Prasyarat

- ☺ Apakah yang dimaksud dengan elektromagnetik?
- ☺ Peralatan apa saja yang memanfaatkan elektromagnetik?



A. Kemagnetan dari Kelistrikan



Jika kamu ditanya apa saja sumber-sumber kemagnetan, kamu mungkin menjawab batuan magnetit, magnet batang, magnet ladam, atau Bumi. Namun jika kamu melakukan **Kegiatan 1**, kamu akan mengetahui bahwa arus listrik dapat menghasilkan magnet.



Kegiatan 1

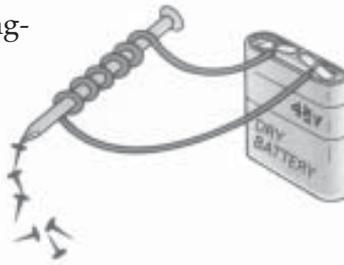
Membuat Magnet dari Rangkaian Listrik

Alat dan bahan

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> baterai | <input checked="" type="checkbox"/> logam kecil |
| <input checked="" type="checkbox"/> paku | <input checked="" type="checkbox"/> kabel besi berisolator |

Cara kerja

1. Hilangkan isolator pada ujung-ujung kabel.
2. Lilitkan kabel tersebut pada paku, paling sedikit 25 lilitan. Perhatikan gambar berikut.
3. Hubungkan ujung-ujung kabel pada kutub-kutub baterai.
4. Dekatkan ujung paku tersebut pada benda-benda logam. Apa yang terjadi?



(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

Analisis dan diskusi

Coba jelaskan mengapa peralatan yang kamu rangkai tersebut berperilaku seperti yang kamu amati.

Kamu dapat membuktikan sekali lagi dengan melakukan percobaan sederhana. Dekatkan kompas pada kawat berarus. Posisi terbaik untuk meletakkan kompas adalah di atas atau di bawah kawat, dengan posisi kawat sejajar dengan jarum kompas. Amatilah apa yang terjadi dengan jarum kompas ketika kawat tersebut dialiri arus. Bagaimanakah hasil pengamatanmu?



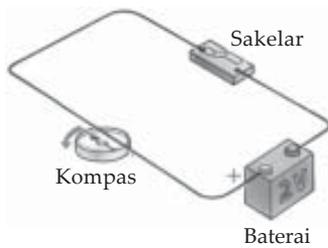
Percobaan yang kamu lakukan ini mirip dengan yang dilakukan Hans Christian Oersted, seorang guru fisika berkebangsaan Denmark pada tahun 1820. Percobaannya menghasilkan hubungan antara arus listrik dengan kemagnetan. Hubungan itu kemudian disebut elektromagnetik.

1. Penemuan Oersted

Selama bertahun-tahun Oersted percaya ada hubungan antara kelistrikan dan kemagnetan, namun ia tidak dapat membuktikannya. Pada tahun 1829 akhirnya ia menemukan buktinya. Oersted mengamati, saat jarum kompas didekatkan pada kawat berarus, jarum kompas tersebut menyimpang dari kedudukan semula. Jika arah arus dibalik, maka jarum kompas menyimpang ke arah sebaliknya. Jika arus ditiadakan, maka jarum kompas kembali menunjuk arah utara selatan. Karena jarum kompas hanya dapat disimpangkan oleh medan magnet, Oersted menyimpulkan bahwa arus listrik dapat menghasilkan

medan magnet. Arus listrik yang mengalir pada kawat menghasilkan medan magnet yang arahnya bergantung pada arah arus. Garis gaya magnet yang dihasilkan oleh arus listrik pada kawat lurus diperlihatkan pada **Gambar 12.1**.

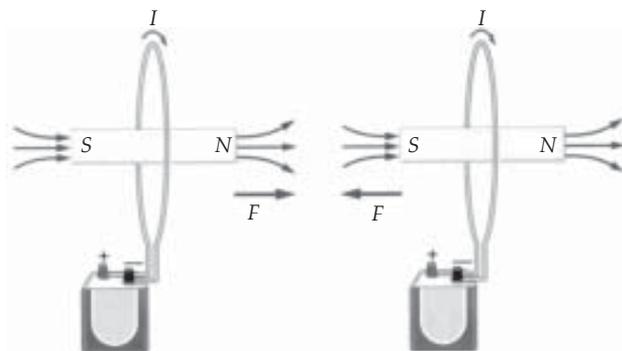
Gambar 12.1
Arus listrik yang mengalir melalui kawat menghasilkan medan magnet.
(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)



2. Medan Magnet dari Solenoida

Jika kawat berarus dibuat melingkar-lingkar membentuk kumparan, medan magnet yang dihasilkan oleh tiap-tiap lingkaran kawat saling memperkuat. Sebagai hasilnya, di dalam kumparan dan di kedua ujungnya terdapat medan magnet yang kuat. Kumparan kawat yang panjang dan terdiri atas banyak lilitan disebut solenoida.

Gambar 12.2
Medan magnet dari solenoida dapat diamati dari kumparan dan sepotong besi lunak yang disisipkan di dalam kumparan itu.
(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

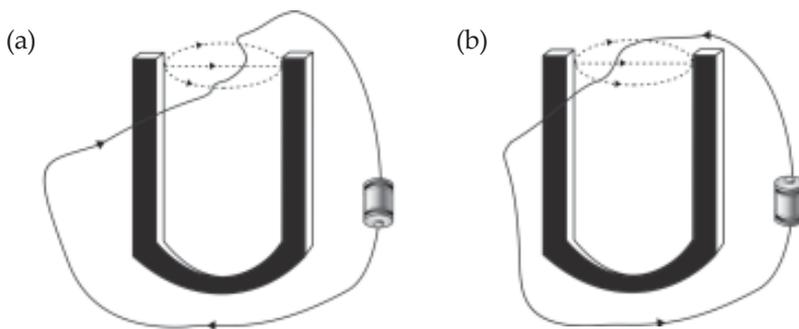


Solenoida berlaku sebagai magnet pada saat ada arus listrik. Kutub utara dan selatan magnet pada solenoida berubah jika arah arus berubah. Seperti yang telah kamu amati dalam kegiatan **Lab Saku** di samping, medan magnet pada solenoida dapat diperbesar dengan cara menambah jumlah lilitannya. Medan magnet tersebut juga dapat diperbesar dengan memperbesar arus yang mengalir pada kawat solenoida. Selain kedua cara di atas, medan magnet pada solenoida dapat diperkuat dengan menempatkan besi di dalam solenoida. Medan magnet solenoida akan membuat magnet-magnet elementer besi tersebut searah. Sebagai hasilnya, medan magnet yang terjadi merupakan gabungan dari medan magnet kumparan dan medan magnet besi. Peningkatan medan magnet dengan memberikan inti besi pada solenoida ini bisa ratusan hingga ribuan kali daripada tanpa menggunakan inti besi. Gejala yang terjadi pada solenoida dengan bahan magnetik (misalnya besi) sebagai inti di dalamnya merupakan salah satu bentuk elektromagnet.

3. Gaya magnetik pada arus listrik

Kamu telah mengamati dan mempelajari bahwa arus listrik dapat mengerjakan gaya pada magnet, misalnya kompas. Ingatlah pula bahwa gaya selalu berpasangan. Berdasarkan kenyataan ini, dapatkah medan magnet menghasilkan gaya pada arus listrik?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan percobaan yang ditunjukkan **Gambar 12.3**. Kawat diletakkan pada medan magnet di antara kutub-kutub magnet ladam. Jika arus listrik dilewatkan pada kawat, ternyata kawat tersebut seperti tertarik ke atas. Jika arah arus dibalik, kawat tertarik ke bawah. Jadi, kesimpulannya medan magnet dapat menghasilkan gaya pada arus listrik. Gaya ini disebut gaya Lorentz.



Pengaruh jumlah lilitan kumparan terhadap kekuatan medan magnet.

Buat kumparan elektromagnet dengan melilitkan kabel tipis pada paku besar, sebanyak 20 lilitan.

Hubungkan ujung-ujung kumparan dengan kutub-kutub baterai.

Dekatkan ujung paku pada penjepit kertas. Coba angkat penjepit kertas tersebut. Hitung penjepit kertas yang dapat diangkatnya.

Ulangi kegiatanmu untuk kumparan 40 lilitan dan 60 lilitan.

Analisis dan diskusi

Bagaimana pengaruh jumlah lilitan kumparan terhadap kekuatan medan magnet yang dihasilkan?

Gambar 12.3

Medan magnet menghasilkan gaya pada kawat berarus.
(a) Kawat berarus akan tertarik ke bawah,
(b) Kawat berarus akan tertarik ke atas jika polaritas baterai dibalik.



Besar dan arah gaya Lorentz yang bekerja pada sebuah penghantar dalam suatu medan magnet ditentukan oleh kuat medan magnet (B) yang mempengaruhi, kuat arus (I) yang dibawa oleh penghantar, panjang penghantar (l), serta sudut arah arus dan medan magnet yang mempengaruhi (α).

Secara matematis, besarnya gaya Lorentz dapat dituliskan sebagai berikut.

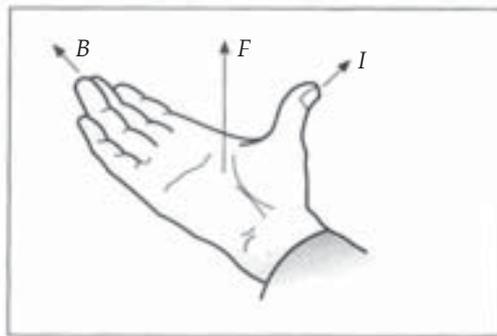
$$F_L = B I l \sin \alpha$$

- dengan F_L = besar gaya Lorentz Newton (N)
 B = kuat medan magnet Tesla (T)
 I = kuat arus..... Ampere (A)
 l = panjang penghantar meter (m)
 α = sudut antara arah arus dan arah medan magnet

Dengan demikian, gaya Lorentz yang bekerja pada sebuah penghantar dalam suatu medan magnet akan maksimum jika arus dan medan magnet saling tegak lurus ($\alpha = 90^\circ$). Pada keadaan ini, besarnya gaya Lorentz dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_L = B I l$$

Bagaimana menentukan arah gaya Lorentz? Menentukan arah gaya Lorentz dapat dilakukan dengan menggunakan aturan kaidah tangan kanan seperti **Gambar 12.4**.



Gambar 12.4

Kaidah tangan kanan penentuan arah gaya Lorentz.

Jika tangan kanan kita terbuka, maka arah gaya Lorentz sesuai gaya arah telapak tangan. Arah arus pada penghantar ditunjukkan oleh ibu jari, sedangkan arah medan magnet yang mempengaruhi sesuai dengan keempat jari yang lain.



Contoh



1. Sebuah penghantar sepanjang 30 cm membawa arus sebesar 3 A dalam suatu medan magnet seragam. Kuat medan magnet diketahui sebesar 4 T. Tentukan besarnya gaya Lorentz yang berkerja pada penghantar tersebut jika:
- arus yang mengalir tegak lurus terhadap medan magnet.

Diketahui : $B = 4 \text{ T}$

$$I = 3 \text{ A}$$

$$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

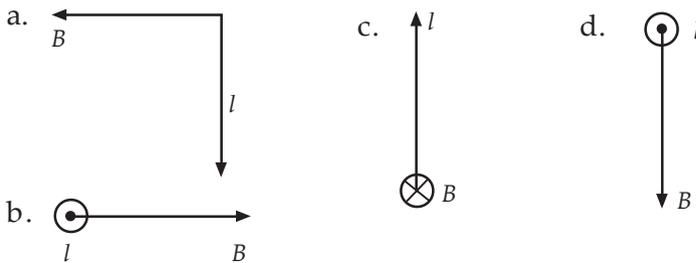
Ditanya : F_L jika $\alpha = 90$

Jawab

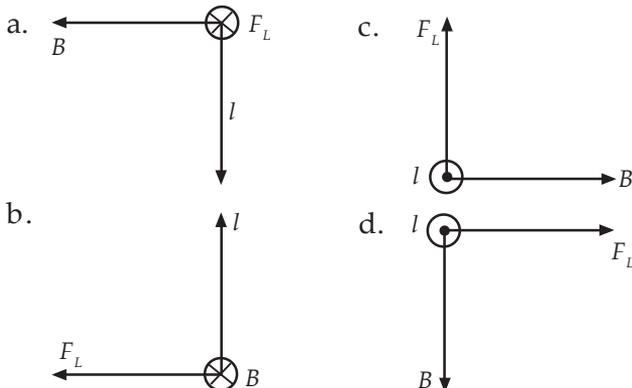
$$\begin{aligned} F_L &= B I l \sin \alpha \\ &= 4 \times 3 \times 0,2 \times 1 \\ &= 2,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi, besar gaya Lorentz adalah 2,4 N.

2. Tentukan arah gaya Lorentz pada gambar berikut.



Jawab



4. Penerapan elektromagnetik

Seperti telah kamu baca pada awal bab, elektromagnet dapat digunakan untuk mengangkat dan memindahkan benda-benda magnetik, seperti besi dan baja. Marilah kita bahas beberapa pemanfaatan lain gejala elektromagnetik.

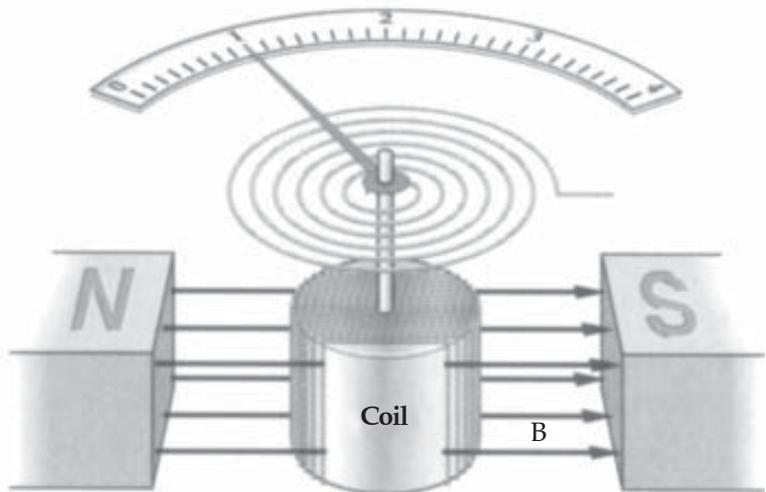
a. Alat ukur listrik

Karena elektromagnetik peka terhadap arus listrik, maka elektromagnetik dapat digunakan untuk mendeteksi arus listrik. Alat untuk mendeteksi dan mengukur arus listrik disebut galvanometer, seperti **Gambar 12.5**. Galvanometer terbuat dari kumparan yang dihubungkan dengan rangkaian listrik yang hendak diukur arusnya. Kumparan tersebut dapat berputar bebas pada tumpuannya, dan diletakkan di daerah medan magnet oleh magnet permanen.

Gambar 12.5

Pada saat arus mengalir melalui kumparan yang terletak di dalam medan magnet, timbul gaya yang membuat kumparan tersebut berputar dan menyimpangkan jarum penunjuk. Semakin besar arus listrik, semakin besar pula penyimpangan yang terjadi.

(Sumber: *Physics*, James S. Walker)



Jika arus listrik mengalir pada kumparan, maka gaya magnetik menyebabkan kumparan berputar. Kumparan tersebut tidak dapat terus berputar karena ditahan pegas. Saat kumparan berputar, jarum penunjuk yang dilekatkan pada kumparan tersebut ikut berputar, dan menunjuk angka tertentu. Karena kumparan akan berputar pada arah yang berlawanan jika arus dibalik, maka galvanometer dapat digunakan untuk mengukur besar serta menunjukkan arah arus listrik dalam rangkaian.



b. Motor listrik

Tentunya kamu seringkali menggunakan kipas angin listrik untuk membuat ruangan sejuk. Kipas tersebut menggunakan motor listrik, piranti yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Energi kinetik yang berupa putaran bilah-bilah kipas tersebut membuat tubuhmu merasa sejuk.



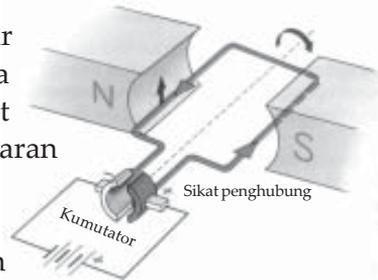
Gambar 12.6

Kipas angin menggunakan motor listrik.

(Sumber: Dok. Penerbit)

Bagaimana cara kerja motor listrik? Coba kamu perhatikan **Gambar 12.7**.

- 1) Jika arus listrik mengalir melalui kumparan, maka timbul medan magnet induksi di dalam kumparan itu. Gaya tarik dan tolak antara magnet kumparan dengan magnet permanen menyebabkan kumparan berputar.
- 2) Agar kumparan terus berputar, setelah kumparan berputar setengah putaran, arah arus pada kumparan harus dibalik. Alat yang dipergunakan untuk maksud itu adalah komutator. Komutator merupakan sakelar pembalik yang berputar bersama dengan kumparan. Komutator secara berganti-ganti bersentuhan dengan kutub positif dan negatif baterai, mengakibatkan arah arus berubah. Perubahan arah arus ini menyebabkan kutub-kutub magnet kumparan berubah, dan kumparan meneruskan putarannya akibat gaya kutub magnet permanen.
- 3) Proses ini berulang secara terus menerus.



Gambar 12.7

Pada saat arus mengalir melalui kumparan yang terletak di dalam medan magnet, timbul gaya yang membuat kumparan tersebut berputar dan menyimpangkan jarum penunjuk. Semakin besar arus listrik, semakin besar pula penyimpangan yang terjadi.

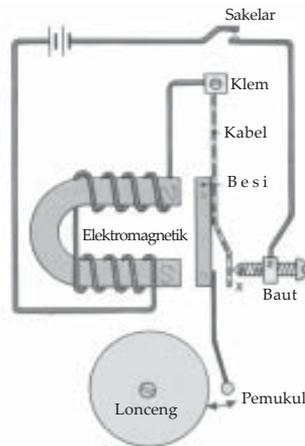
(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

Seperti halnya galvanometer, motor listrik memiliki elektromagnet yang dapat berputar bebas. Elektromagnet ini berada di daerah medan magnet yang berasal dari magnet tetap. Jika arus listrik mengalir melalui elektromagnet, maka elektromagnet tersebut menjadi magnet. Tarikan dan dorongan antara kutub-kutub magnet kumparan dengan magnet permanen menyebabkan kumparan berputar. Namun kumparan akan berhenti saat medan magnet dari kumparan searah dengan medan magnet dari magnet permanen.



Bagaimana cara membuat kumparan berputar lagi? Pelajari lebih lanjut penjelasan pada **Gambar 12.7**.

c. Bel listrik



Coba kamu perhatikan rumahmu. Apakah rumahmu mempunyai bel listrik? Apakah yang kamu ketahui tentang bel listrik? Bel listrik yang sederhana memanfaatkan elektromagnet dengan inti besi yang dapat bergerak bebas. Perhatikan **Gambar 12.8**. Jika tombol bel ditekan, maka rangkaian listrik menjadi tertutup dan arus mengalir melalui solenoida. Arus tersebut menyebabkan solenoida mengerjakan gaya magnet. Gaya magnet ini menarik inti besi ke dalam solenoida, sehingga inti besi tersebut memukul bel.

Gambar 12.8

Bagan bel listrik

(Sumber: *Physics for You*, Johnson, Keith)

d. Pengeras suara

Tentunya hampir setiap hari kamu mendengarkan musik, berita, dan hiburan lainnya dari radio, tape, atau TV. Piranti yang dapat membuat kamu mendengar bunyi dari radio, tape, atau TV adalah pengeras suara. Pengeras suara juga memanfaatkan elektromagnet yang digunakan untuk mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi energi yang menggerakkan membran.

Latihan 1

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Bagaimana cara membuktikan bahwa arus listrik dapat menghasilkan medan magnetik?
2. Jika kawat lurus dan kawat melingkar dialiri arus yang sama, maka kawat manakah yang menghasilkan medan magnet lebih kuat? Jelaskan dengan menggunakan gambar.
3. Jelaskan bagaimana bekerjanya motor listrik.
4. Jelaskan bagaimana bekerjanya bel listrik.
5. Apakah perbedaan antara elektromagnet dengan magnet permanen?





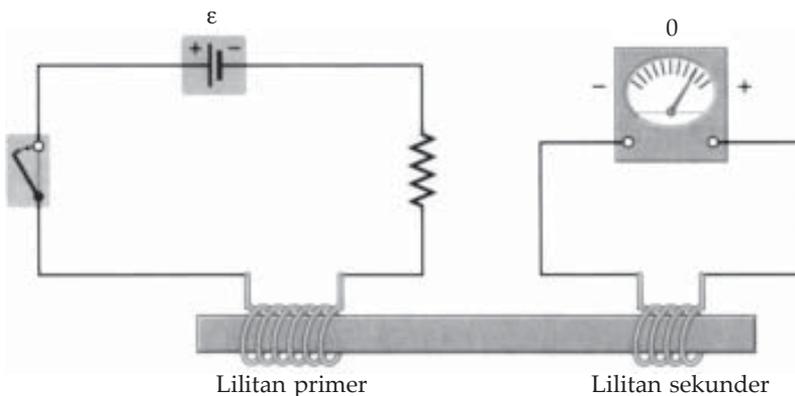
B. Kelistrikan dari Kemagnetan



Jika gejala kemagnetan dapat dihasilkan dari listrik, dapatkah listrik dihasilkan dari magnet? Pertanyaan seperti ini diajukan para ilmuwan setelah Oersted menemukan gejala kemagnetan di sekitar arus listrik. Pada tahun 1831, Ilmuwan Inggris Michael Faraday dan ilmuwan Amerika Joseph Henry secara terpisah menjawab pertanyaan tersebut. Perlu kamu ketahui, Henry merupakan orang pertama yang menemukan lebih dulu. Namun karena Faraday mempublikasikan hasil karyanya serta menyelidikannya lebih mendalam, kerja Faraday yang lebih dikenal orang.

1. Induksi elektromagnetik

Untuk dapat menghasilkan arus listrik dari medan magnet, Faraday menggunakan peralatan seperti **Gambar 12.9**. Kumparan sebelah kiri dihubungkan dengan baterai, sedangkan kumparan sebelah kanan dihubungkan dengan galvanometer untuk mendeteksi adanya arus. Kedua kumparan itu tidak berhubungan langsung, sehingga arus di kumparan kiri tidak dapat mengalir ke kumparan kanan. Inti besi di dalam kumparan digunakan untuk memperkuat medan magnet yang terjadi.



Gambar 12.9

Dengan menggunakan rangkaian ini, Faraday menemukan jika arus pada kumparan kiri berubah, terjadi arus induksi (imbas) pada kumparan kanan.

(Sumber: *Physics*. James S. Walker)

Faraday berharap arus listrik pada kumparan kiri menghasilkan medan magnet yang cukup kuat, sehingga dapat menimbulkan arus listrik pada kumparan kanan. Namun berapapun besar arus di kumparan kiri, Faraday mengamati tidak ada arus yang timbul pada kumparan kanan.



Medan magnet oleh arus listrik di kumparan kiri tidak menimbulkan arus listrik di kumparan kanan.

Namun sesuatu yang aneh menarik perhatian Faraday. Jarum galvanometer bergerak justru saat sakelar sedang ditutup atau dibuka. Jadi, arus dapat terjadi pada kumparan kanan hanya jika arus (atau medan magnet) pada kumparan kiri berubah.

Faraday menyimpulkan, meskipun medan magnet yang tetap tidak menghasilkan arus listrik, namun perubahan medan magnet dapat menghasilkan arus listrik. Arus listrik yang dihasilkan oleh perubahan medan magnet ini disebut arus induksi atau arus imbas. Proses timbulnya arus listrik akibat perubahan medan magnet disebut induksi elektromagnetik.

Kegiatan 2

Membuat Elektromagnet

Alat dan bahan

- kabel
- tabung kertas
- magnet batang
- galvanometer
- gunting

Cara kerja

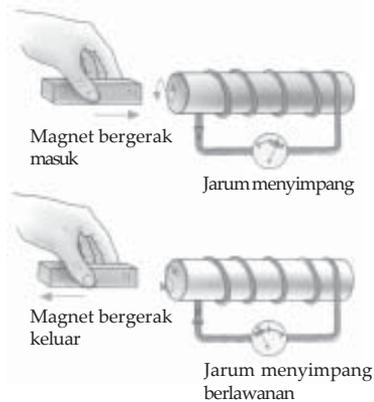
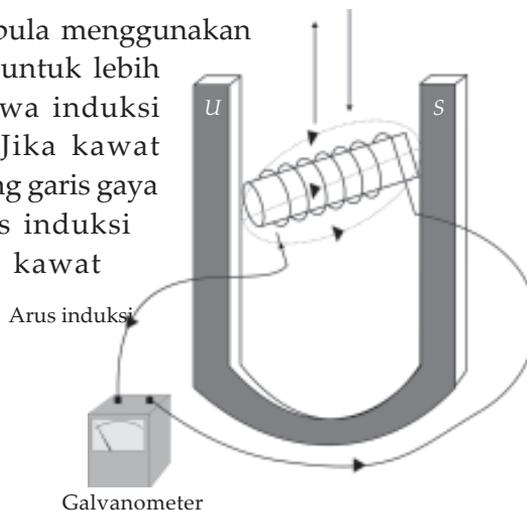
1. Buat kumparan kabel meliliti tabung kertas, sebanyak 30 lilitan. Lepaskan tabung kertas dari lilitan tersebut.
2. Kupas ujung-ujung kabel kumparan, lalu hubungkan dengan galvanometer. Berhati-hatilah ketika mengupas, jangan sampai terkena tanganmu.
3. Sambil mengamati galvanometer, gerakkan magnet batang mendekati dan menjauhi kumparan.
4. Lakukan seperti langkah 3, namun ubahlah kecepatan gerak magnet batang.
5. Lakukan seperti langkah 3, namun ubahlah lilitan kawat menjadi lebih banyak.

Analisis dan diskusi

1. Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hasil pengamatanmu pada galvanometer dan kegiatanmu menggerakkan magnet?
2. Perubahan apa yang timbul pada jarum galvanometer jika kecepatan magnet batang diperbesar? Jika lilitan kawat diperbesar? Apa yang dapat kamu simpulkan?

Seperti yang telah kamu amati pada **Kegiatan 2**, terjadinya arus imbas tidak harus seperti rangkaian percobaan Faraday **Gambar 12.9**. Perhatikan **Gambar 12.10**. Kumparan pada gambar tersebut dijaga agar tetap diam. Jika medan magnet digerakkan, tidak ada arus yang mengalir melalui kumparan tersebut. Namun jika magnet digerakkan mendekati kumparan, maka arus mengalir. Jika magnet digerakkan menjauhi kumparan, maka arah arus yang timbul berlawanan dengan sebelumnya. Hal ini menunjukkan arus induksi yang timbul pada kumparan bergantung pada perubahan medan magnet. Perubahan medan magnet pada kumparan juga dapat dihasilkan jika kumparannya digerakkan, seperti **Gambar 12.11**.

Kamu dapat pula menggunakan garis gaya magnet untuk lebih memahami peristiwa induksi elektromagnetik. Jika kawat konduktor memotong garis gaya magnet, maka arus induksi akan timbul pada kawat tersebut.



Gambar 12.10

Jika kumparan mendapatkan perubahan medan magnet, maka akan timbul arus induksi pada kumparan.

(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)

Gambar 12.11

Jika kumparan digerakkan dalam medan magnet diam, maka kumparan akan memotong garis gaya magnet. Akibatnya timbul arus induksi dalam kumparan tersebut.



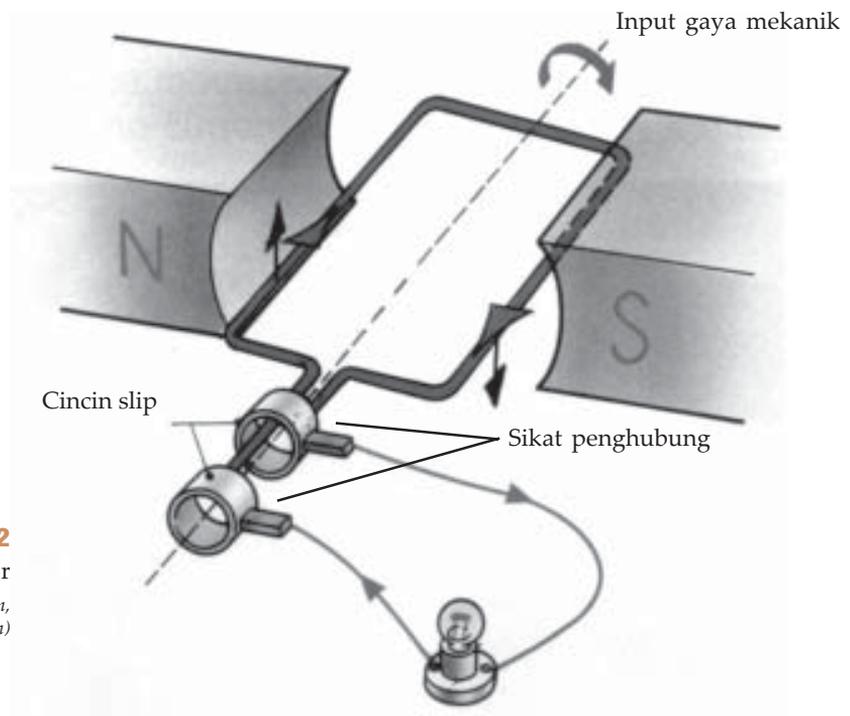
Seperti yang telah kamu amati pada **Kegiatan 2**, besar arus induksi yang terjadi ternyata bergantung pada kecepatan kamu dalam menggerakkan magnet. Dengan kata lain besar arus induksi yang terjadi bergantung pada kecepatan perubahan medan magnet. Jika semakin cepat medan magnet dalam kumparan berubah, maka arus induksi yang dihasilkan juga semakin besar.

Selain itu besar arus induksi juga bergantung pada jumlah lilitan kawat. Jika semakin banyak lilitan kawat, ternyata arus induksi yang timbul juga semakin besar.

2. Generator

Bagaimana listrik untuk rumahmu dihasilkan? Sebagian besar energi listrik yang kita gunakan sehari-hari dihasilkan oleh generator. Generator memanfaatkan induksi elektromagnetik untuk menghasilkan listrik.

Perhatikan bagan generator pada **Gambar 12.12**. Generator menghasilkan listrik melalui gerak putar kumparan di dalam medan magnet. Jika kamu amati gambar tersebut, maka generator mirip dengan motor listrik, hanya saja kumparan diputar oleh gaya luar.



Gambar 12.12

Bagan generator

(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)



Pada saat kumparan berputar, kumparan memotong garis gaya magnet. Seperti telah kamu temukan, jika kumparan memotong garis gaya magnet, arus induksi akan timbul pada kumparan tersebut.

Setelah kumparan berputar $\frac{1}{2}$ putaran, sisi-sisi kumparan melintas di dekat kutub magnet yang berlawanan dengan semula, menyebabkan arah arus induksi berubah. Sebagai hasilnya arah arus yang dihasilkan kumparan tersebut berubah-ubah. Arus yang dihasilkan generator disebut arus bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*).

Apa yang dapat digunakan untuk memutar kumparan generator? Pada generator kecil, misalnya generator untuk lampu sepedamu, energi untuk memutarnya berasal dari putaran roda sepedamu. Namun pada pembangkit listrik, orang memanfaatkan turbin. Turbin memanfaatkan energi kinetik air terjun, angin, atau uap untuk memutar kumparan generator.

3. Transformator

Sumber listrik AC di rumahmu berasal dari tempat yang jauh. Arus listrik tersebut melalui kawat bertegangan listrik sangat tinggi agar energi listrik yang terbuang sia-sia kecil. Sebelum memasuki rumahmu, tegangan listrik tersebut diturunkan hingga sebesar 220 Volt. Untuk maksud tersebut, arus listrik dilewatkan pada alat yang bernama transformator. Transformator adalah alat yang dipergunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak balik. Transformator dapat berfungsi berdasarkan prinsip arus bolak balik pada suatu kumparan dan menghasilkan arus induksi pada kumparan kedua.



Kegiatan 3

Menyelidiki Fungsi Transformator

Alat dan bahan

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> baterai 6 V | <input checked="" type="checkbox"/> kawat berisolasi |
| <input checked="" type="checkbox"/> sumber tegangan AC | <input checked="" type="checkbox"/> paku besar |
| <input checked="" type="checkbox"/> bola lampu | <input checked="" type="checkbox"/> sedotan |



Cara kerja

1. Potong sedotan sesuai panjang paku.
2. Masukkan paku dalam sedotan sehingga paku tidak dapat menghantarkan arus.
3. Lilitkan kawat pada separuh paku, sebanyak 300 lilitan. Buat lagi 200 lilitan kawat pada paku itu, di sebelah lilitan pertama. Kupas isolator pada ujung-ujung kawat.
4. Hubungkan ujung-ujung lilitan kedua dengan lampu, untuk mendeteksi adanya arus yang mengalir.
5. Hubungkan ujung-ujung lilitan pertama dengan kutub-kutub baterai. Amati lampu tersebut. Bagaimana hasil pengamatanmu?
6. Ganti baterai tersebut dengan sumber tegangan AC 6 Volt. Amati lampu tersebut. Bagaimanakah hasil pengamatanmu?

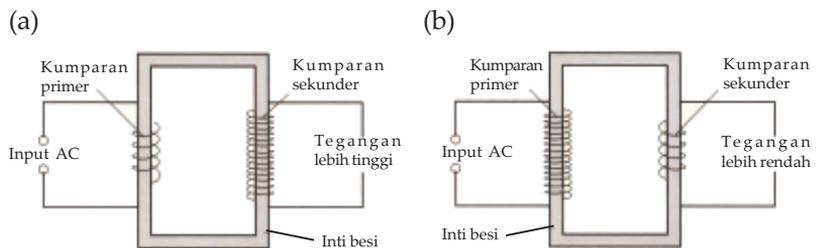
Analisis dan diskusi

1. Apakah transformator berfungsi baik pada tegangan searah maupun bolak-balik?
2. Dua lilitan kawat tersebut tidak bersentuhan, sehingga tidak ada arus yang mengalir dari kawat pertama ke kawat kedua. Darimanakah arus yang timbul pada kawat kedua?

Transformator sederhana terdiri atas dua kumparan kawat, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan tersebut dililitkan pada inti besi, seperti **Gambar 12.13**. Pada saat arus bolak-balik melalui kumparan primer, kumparan tersebut dan inti besi menjadi bersifat magnet. Karena arusnya berubah-ubah (arus bolak-balik), maka medan magnet yang dihasilkan juga berubah. Perubahan medan magnet ini menghasilkan arus induksi pada kumparan sekunder.

Gambar 12.13

Bagan transformator.
(a) Transformator *step up* menaikkan tegangan,
(b) Transformator *step down* menurunkan tegangan.



Arus induksi yang terjadi pada kumparan sekunder menunjukkan pada ujung-ujung kumparan sekunder terjadi beda potensial. Jika beda potensial pada kumparan sekunder lebih besar daripada beda potensial kumparan primer, maka transformator tersebut merupakan transformator penaik tegangan (*step up*). Sebaliknya jika beda potensial kumparan sekunder lebih kecil daripada beda potensial kumparan primer, maka transformator tersebut merupakan transformator penurun tegangan (*step down*).

Besar beda potensial pada kumparan sekunder bergantung pada jumlah lilitan kumparan sekunder dibandingkan dengan jumlah lilitan pada kumparan primer. Jika jumlah lilitan pada kumparan sekunder semakin banyak, maka beda potensial pada kumparan sekunder juga semakin besar. Sebaliknya jika jumlah lilitan pada kumparan sekunder semakin sedikit, maka beda potensial pada kumparan sekunder juga semakin kecil. Secara matematis hubungan antara jumlah lilitan dengan beda potensial pada kumparan transformator dapat dirumuskan

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

dengan V_s = beda potensial pada kumparan sekunder ... volt

V_p = beda potensial pada kumparan primer volt

N_s = jumlah lilitan kumparan sekunder

N_p = jumlah lilitan kumparan primer



Contoh



Sebuah transformator *step down* terdiri atas kumparan primer yang memiliki 1.200 lilitan dan kumparan sekunder yang memiliki 40 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan beda potensial 220 V, maka berapa beda potensial pada kumparan sekunder?

Diketahui : lilitan kumparan primer, $N_p = 1.200$

lilitan kumparan sekunder, $N_s = 40$

beda potensial primer, $V_p = 220$ V

Ditanya : beda potensial sekunder, $V_s = ?$



Jawab

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$
$$\frac{V_s}{220V} = \frac{40}{1.200}$$

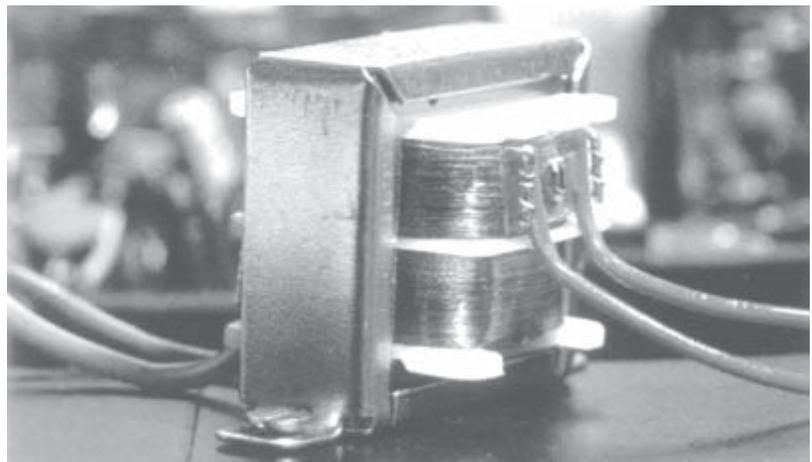
dengan perkalian silang diperoleh

$$V_s \times 1.200 = 40 \times 220 \text{ V}$$
$$V_s = \frac{40 \times 220 \text{ V}}{1.200}$$
$$= 7,3 \text{ V}$$

Jadi, beda potensial kumparan sekunder sebesar 7,3 V.

5. Efisiensi transformator

Mungkin kamu pernah menyentuh transformator yang baru saja dimatikan. Transformator tersebut terasa panas. Mengapa demikian? Pada transformator, *tidak semua* energi listrik pada kumparan primer (energi masukan) dipindahkan ke kumparan sekunder (energi keluaran) melalui induksi elektromagnetik. Sebagian energi tersebut berubah menjadi energi panas akibat adanya hambatan pada kawat dan arus induksi pada inti besi. Arus induksi yang timbul ini disebut arus putar atau arus Eddy. Agar hilangnya energi akibat arus Eddy dapat dikurangi, maka inti transformator dibuat dari sekumpulan lempengan-lempengan besi lunak yang disatukan, seperti **Gambar 12.14**.



Gambar 12.14

Arus putar yang timbul di dalam inti besi menyebabkan inti besi tersebut menjadi panas, dan mengurangi efisiensi transformator.

(Sumber: *Physics for You*. Johnson, Keith)



Untuk menyatakan seberapa besar perbandingan energi keluaran dibandingkan dengan energi masukan pada transformator, kita dapat menggunakan istilah efisiensi. Jika semakin besar efisiensi sebuah transformator, maka semakin sedikit energi listrik yang terbuang dari transformator menjadi energi panas. Sebaliknya semakin kecil efisiensinya, maka semakin besar energi listrik yang berubah menjadi energi panas. Karena energi keluaran tidak mungkin melebihi energi masukan, maka harga efisiensi maksimum transformator adalah 100%.

Untuk transformator ideal (efisiensi 100%), energi listrik pada kumparan primer dipindahkan seluruhnya ke kumparan sekunder, atau

$$W_p = W_s$$

$$V_p \times I_p \times t = V_s \times I_s \times t$$

atau

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Karena beda potensial sebanding dengan jumlah lilitan, maka untuk transformator ideal berlaku

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

dengan I_p = kuat arus pada kumparan primer Ampere (A)

I_s = kuat arus pada kumparan sekunder .. Ampere (A)



Contoh



Sebuah transformator memiliki jumlah lilitan primer sebesar 900 lilitan dan kumparan sekunder 300 lilitan. Kumparan sekunder menghasilkan beda potensial 200 V. Ujung-ujung kumparan sekunder dihubungkan dengan pemanas berhambatan 20 ohm. Tentukan kuat arus primernya.

Diketahui : lilitan kumparan primer, $N_p = 900$

lilitan kumparan sekunder, $N_s = 300$



Sebuah pemanggang kue 110 V hendak digunakan, namun tegangan jala-jala rumah tersebut 220 V. Karena itu pemiliknya menggunakan transformator step down yang sesuai untuk maksud tersebut. Jika hambatan pemanggang tersebut 440 ohm, maka tentukan kuat arus pada kumparan primernya.

beda potensial primer, $V_s = 220 \text{ V}$

hambatan, $R = 20 \text{ ohm}$

Ditanya : kuat arus primer, I_p ?

Jawab

I_s ditentukan dengan hukum ohm

$$I_s = \frac{V_s}{R}$$

$$I_s = \frac{200 \text{ V}}{20 \text{ ohm}}$$

$$= 7,3 \text{ V}$$

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{I_p}{10 \text{ A}} = \frac{300}{900}$$

dengan perkalian silang diperoleh

$$I_p \times 900 = 10 \text{ A} \times 300$$

$$I_p =$$

$$= 3,3 \text{ A}$$

Jadi, beda potensial kumparan primer sebesar 3,3 A.

Setelah kamu mempelajari penggunaan transformator, maka kamu dapat menjelaskan bagaimana cara “pengiriman” listrik dari pembangkit listrik hingga sampai ke rumahmu. Agar energi listrik tidak banyak terbuang saat melalui kawat dari tempat yang jauh di pembangkit listrik menuju rumahmu, maka beda potensialnya dinaikkan hingga beberapa puluh atau ratus ribu volt dengan menggunakan transformator *step up*. Sesampainya di dekat rumahmu, beda potensial listrik diturunkan lagi menjadi 220 V dengan menggunakan transformator *step down*.

Latihan 2

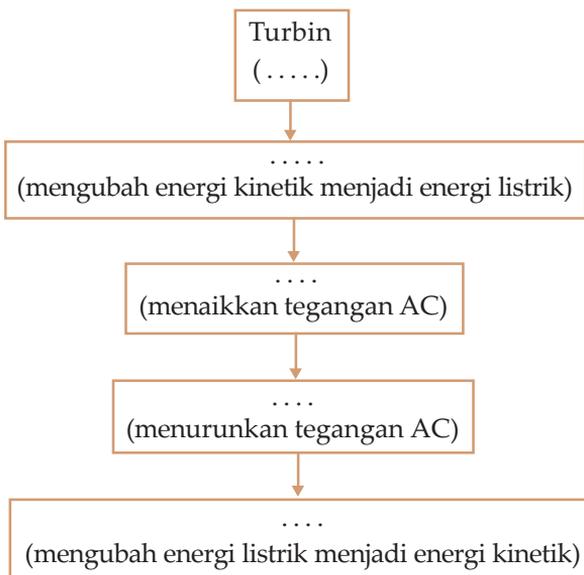


Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apakah yang dimaksud dengan induksi elektromagnetik?
2. Sebuah transformator hendak digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik 120 V menjadi 6 V. Berapakah perbandingan jumlah lilitan *output* (sekunder) terhadap lilitan *input* transformator yang harus digunakan?
3. Sebuah transformator memiliki 20 lilitan primer dan 80 lilitan sekunder untuk menyalakan lampu. Manakah yang lebih besar, kuat arus primer ataukah kuat arus sekundernya?

Bina Keterampilan

Lengkapi peta konsep berikut dengan kata-kata: *sumber energi*, *kincir air*, *transformator step down*, *transformator step up*, dan *kipas angin*; sehingga proses perubahan energi kinetik air terjun menjadi energi kinetik putaran kipas di rumahmu dapat dipahami.





1. Arus listrik yang mengalir pada kawat akan menghasilkan medan magnet di sekitar kawat itu. Arah medan magnet bergantung pada arah arus.
2. Elektromagnet adalah kumparan kawat dengan inti bahan magnetik. Jika elektromagnet dialiri arus, maka elektromagnet itu berlaku seperti magnet batang, kutub utara dan selatan magnet terletak pada ujung-ujungnya. Jika arus diputus, maka elektromagnet tidak lagi bersifat magnet.
3. Jika kawat berarus terletak dalam medan magnet, maka kawat tersebut mendapatkan gaya Lorentz.
4. Beberapa penerapan gejala kemagnetan oleh arus listrik misalnya untuk mengangkat benda-benda logam yang berat, pada motor listrik, alat ukur listrik, bel listrik, dan pengeras suara.
5. Jika terdapat perubahan medan magnet dalam sebuah kumparan, maka timbul arus induksi dalam kumparan itu. Peristiwa ini disebut induksi elektromagnetik.
6. Pada generator, induksi elektromagnetik diterapkan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.
7. Transformator digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik bolak-balik (AC).
8. Pada transformator penaik tegangan (*step up*), jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan kumparan primer.
9. Pada transformator penurun tegangan (*step down*), jumlah lilitan kumparan sekunder lebih sedikit daripada jumlah lilitan kumparan primer.
10. Efisiensi transformator menunjukkan perbandingan energi keluaran terhadap energi masukan pada transformator itu.





A. Pengecekan Konsep



Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

- Kegiatan yang tidak menambah kekuatan elektromagnet adalah
 - memperbesar arus listrik
 - mengubah arah arus listrik
 - memberi inti besi pada kumparan
 - menambah jumlah lilitan
- Peralatan yang memiliki magnet tetap serta kumparan yang terus berputar karena arah arus listriknya berubah-ubah adalah
 - bel listrik
 - solenoida
 - galvanometer
 - motor listrik
- Ilmuwan yang menemukan arus listrik dapat menghasilkan medan magnet adalah
 - Faraday
 - Oersted
 - Henry
 - a dan c benar
- Peristiwa timbulnya arus listrik akibat perubahan medan magnet disebut
 - induksi elektromagnetik
 - elektromagnetik
 - transformator
 - generator
- Generator dapat dipandang sebagai kebalikan dari
 - galvanometer
 - transformator
 - motor listrik
 - elektromagnet
- Sebelum arus listrik PLN dari jaringan transmisi memasuki rumahmu, arus tersebut melalui
 - komutator
 - transformator *step up*
 - transformator *step down*
 - voltmeter
- Alat-alat di bawah ini menggunakan prinsip kerja elektromagnetik, *kecuali*
 - bel listrik
 - telepon
 - relai
 - setrika listrik
- Sebuah transformator dihubungkan dengan tegangan 120 volt. Jika lilitan primernya 40 dan lilitan sekundernya 160, maka besar tegangan sekunder adalah
 - 30 volt
 - 160 volt
 - 480 volt
 - 640 volt
- Di bawah ini kegunaan induksi elektromagnetik, *kecuali*
 - menimbulkan arus induksi
 - mengubah arus bolak-balik
 - mengubah energi gerak menjadi energi listrik
 - membangkitkan gaya gerak listrik induksi
- Gaya Lorentz yang terjadi pada kawat lurus berarus listrik dapat diperbesar dengan cara
 - memperpendek kawat
 - memperbesar kuat arus
 - diberi magnet yang lemah
 - memperbesar diameter kawat



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

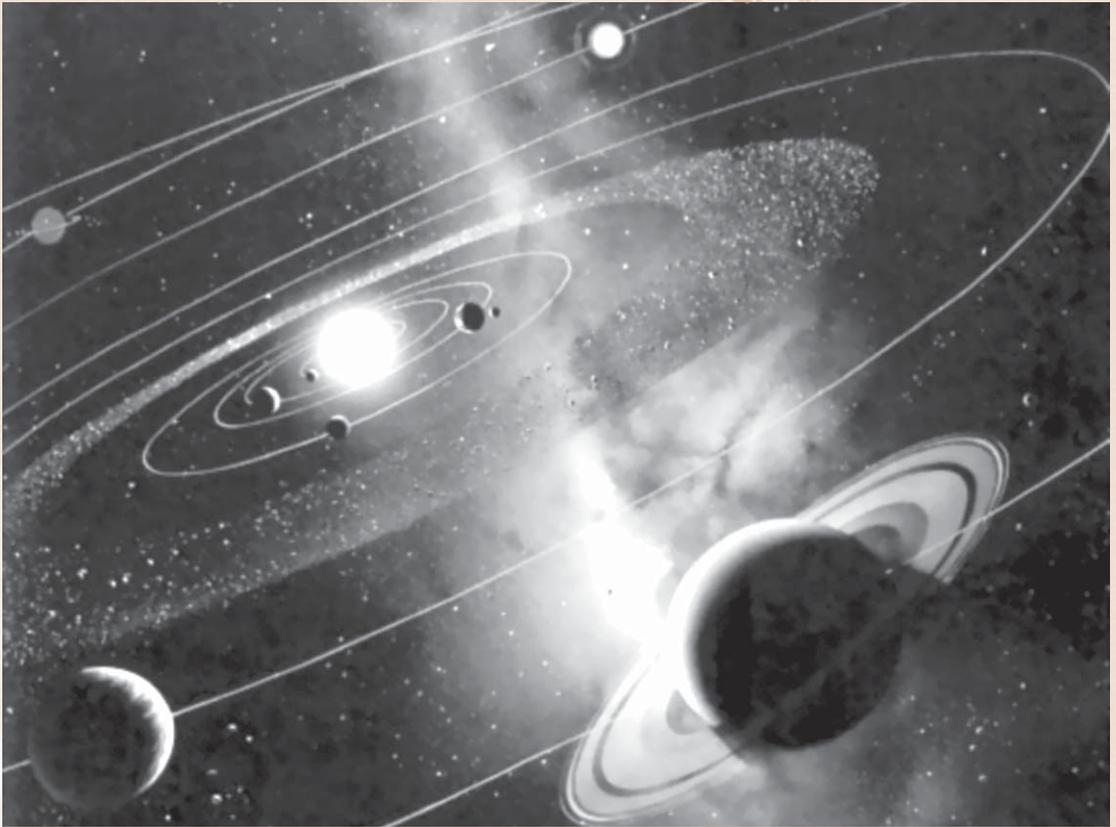
1. Jelaskan apa saja yang digunakan untuk membuat galvanometer dan motor listrik. Apa yang diperlukan untuk membuat motor listrik, namun tidak diperlukan dalam pembuatan galvanometer? Mengapa alat tersebut diperlukan?
2. Transformator menurunkan tegangan 1200 V menjadi 120 V. Jika kumparan primer memiliki 100 lilitan, berapakah jumlah lilitan kumparan sekundernya?
3. Jelaskan bagaimana bekerjanya transformator. Bagaimana perbedaan jumlah lilitan pada transformator *step up* dan *step down*?
4. Jelaskan pentingnya transformator dalam pengiriman energi listrik dari pembangkit menuju rumahmu.
5. Buat diagram untuk menunjukkan bagaimana putaran kumparan dalam generator menghasilkan arus induksi yang arahnya bolak-balik.



Refleksi

- ◆ Buat daftar materi dalam bab ini yang kamu pahami.
- ◆ Buat daftar materi dalam bab ini yang tidak kamu pahami. Tanyakan materi tersebut pada gurumu.
- ◆ Buat resume materi bab ini berdasarkan pemahamanmu.

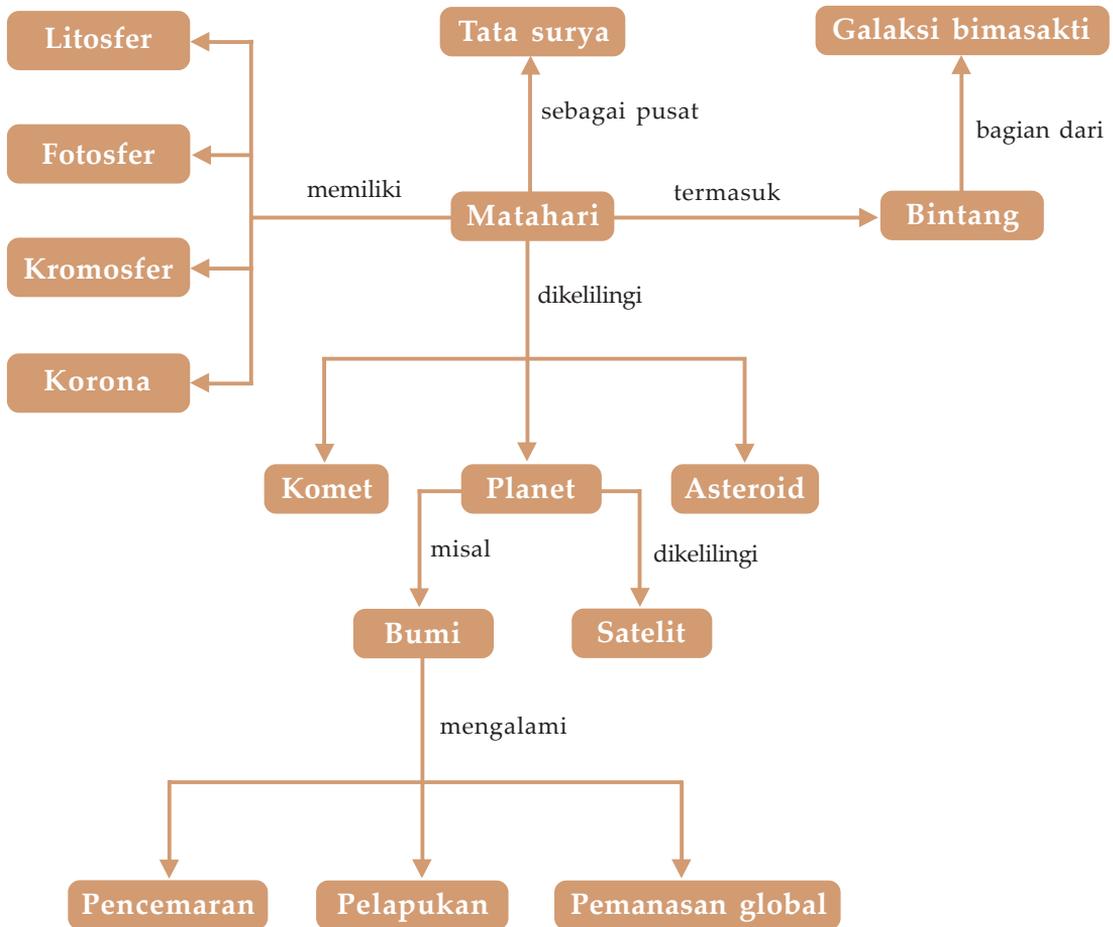




(Sumber: Cipta Art)

Pernahkah kamu berpikir mengapa di malam hari ada bulan? Mengapa di siang hari matahari bersinar? Mengapa ada perbedaan waktu antara malam dan siang hari? Mengapa ada pergantian musim yaitu musim hujan dan kemarau? Pada bab ini kamu akan belajar tentang *sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya*, sehingga kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Peta Konsep



Kata-Kata Kunci

- Tata surya
- Planet
- Asteroid
- Komet
- Pencemaran
- Pelapukan
- Pemanasan global

Soal Prasyarat

- ☺ Sebutkan benda langit yang termasuk bintang.
- ☺ Sebutkan contoh pencemaran tanah, air, dan udara yang ada di sekitar rumahmu (masing-masing 5 contoh).

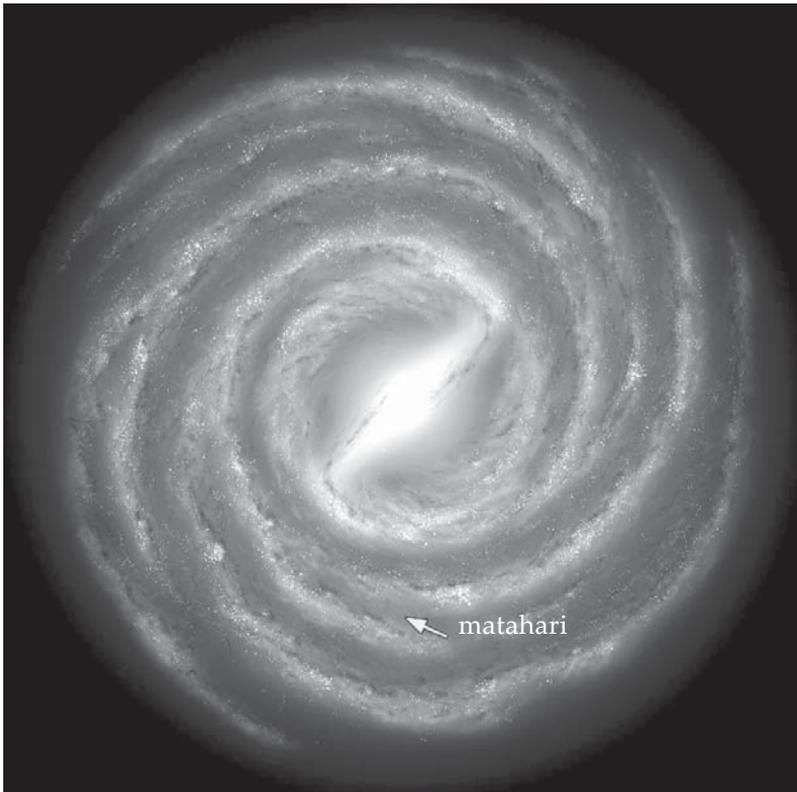


A. Galaksi dan Rasi



Pada waktu malam hari yang cerah, kamu dapat melihat ribuan bintang di langit sebagai titik-titik cahaya. Sesungguhnya yang kamu lihat itu belum seluruhnya. Ada jutaan bahkan milyaran bintang-bintang lain yang tidak mampu kamu amati.

Bintang-bintang di langit, gas, dan debu saling mengikat karena adanya gravitasi, menyatu membentuk kelompok-kelompok raksasa yang disebut galaksi. Di jagad raya terdapat banyak galaksi, dan milyaran bintang tersebar di setiap galaksi. Kita hidup di galaksi Bimasakti, yang mengandung sekitar 200 milyar bintang, salah satu bintang tersebut adalah matahari. Jadi, matahari kita hanyalah satu di antara milyaran bintang dalam salah satu galaksi. Betapa luas dan raksasanya jagad raya ini, dan betapa agungnya Sang Maha Pencipta.



Gambar 13.1

Galaksi Bimasakti

(Sumber: seds.lpl.arizona.edu)

Semua bintang bergerak mengelilingi pusat galaksi. Matahari mengelilingi pusat galaksi Bimasakti, dengan sekali



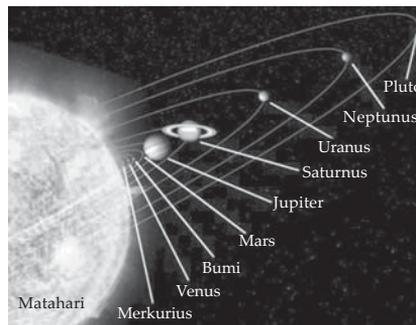
putaran membutuhkan waktu 240 juta tahun. Selain galaksi Bimasakti kita mengenal galaksi Andromeda, awan Magellan besar, dan galaksi-galaksi yang diberi nama berseri misalnya galaksi NGC (*New General Catalog*) 4565.

Sekelompok bintang dalam galaksi yang sama dapat menghasilkan suatu bentuk tertentu jika dilihat dari bumi. Kelompok bintang ini disebut rasi bintang, misalnya rasi bintang Ursa Mayor atau rasi bintang Biduk Besar. Beberapa rasi zodiak yang sudah kamu kenal, yaitu rasi bintang Cancer, Leo, dan Virgo. Masyarakat Indonesia akrab dengan rasi pari atau gubuk penceng dan rasi waluku.

Pernahkah kamu mengamati salah satu rasi bintang di atas? Atau mungkin kamu melihat rasi bintang yang lain. Apakah rasi bintang selalu teramati setiap saat, mengapa pada siang hari kita tidak dapat mengamati rasi bintang? Untuk menentukan posisi berbagai rasi bintang, memang harus diketahui bagaimana bintang-bintang berubah posisi setiap malam, setiap musim dan terhadap perubahan garis lintang.



B. Tata Surya



Gambar 13.2

Susunan planet dalam tata surya.

(Sumber: *myscienceblogs.com*)

Tata surya kita terdiri atas bintang, planet, komet, asteroid dan benda-benda langit lain yang membentuk satu sistem. Pusat sistem tata surya kita adalah matahari.

Sejak ditemukannya Pluto pada tahun 1930, para astronom memasukkan Pluto dalam kategori planet dalam tata surya kita, sehingga sampai tahun 2006 ada sembilan planet dalam tata surya kita. Namun, dalam konferensi tanggal 24 Agustus 2006 di Ceko-slovakia, para astronom yang tergabung dalam organisasi astronomi internasional (*International Astronomical Union, IAU*), memutuskan bahwa Pluto tidak termasuk dalam kategori planet.



Menurut para astronom, benda langit bisa dikategorikan sebagai planet jika memenuhi kriteria sebagai berikut.

- a. Mempunyai ukuran diameter lebih besar dari 2.000 km. berbentuk bulat, dan
- b. Memiliki orbit yang tidak memotong orbit planet lain.

Orbit Pluto sedikit di bawah orbit Neptunus. Ukuran planet Pluto jauh lebih kecil dari delapan planet lainnya dalam sistem tata surya. Ukuran planet Pluto bahkan lebih kecil dari pada satelit (bulan) dari sistem tata surya (bulan dari bumi, bulan dari Yupiter: Io, Europa, Ganymede, Callisto, Titan dan Tritan). Sehingga berdasarkan hasil kajian para astronom modern, terdapat 8 (delapan) planet dalam tata surya kita, yaitu *Merkurius*, *Venus*, *Bumi*, *Mars*, *Yupiter*, *Saturnus*, *Uranus*, dan *Neptunus*, yang selalu beredar mengelilingi matahari.

Planet-planet yang terletak antara matahari dan sabuk asteroid disebut planet dalam, sedangkan planet-planet yang terletak di luar sabuk asteroid (dilihat dari matahari) disebut planet luar. Semua planet dalam bersifat padat dan berbatuan, sedangkan planet-planet luar, merupakan bola gas raksasa, bagian intinya mungkin berbentuk padat tetapi permukaannya tidak. Semua planet luar memiliki cincin yang tersusun dari debu dan gas beku. Sebutkan planet-planet yang termasuk planet dalam dan planet luar.

Di bawah ini kita akan mendiskusikan karakteristik matahari dan masing-masing planet.

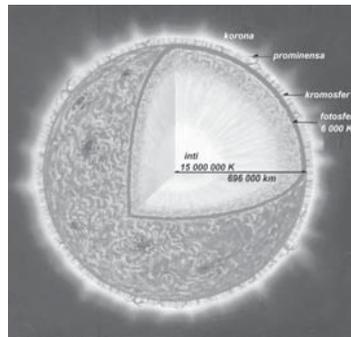
1. Matahari

Matahari sebagai pusat tata surya. Matahari bukanlah bintang terbesar di antara milyaran bintang dalam galaksi Bimasakti. Matahari juga bukan bintang yang paling terang, tetapi mengapa matahari kelihatan paling terang di antara bintang-bintang lain?

Jarak matahari dari bumi kita sekitar 150 juta kilometer. Jarak ini disepakati sebagai 1 SA (Satuan Astronomi). Matahari merupakan bintang yang paling dekat dibandingkan bintang-bintang lainnya. Bintang terdekat kedua setelah matahari adalah



Alpha Centauri, jaraknya lebih dari 200.000 SA. Jarak matahari hanyalah 1/546.000 kali jarak Sirius ke bumi. Sirius merupakan bintang yang paling terang.



Gambar 13.3

Sketsa bagian-bagian matahari.

(Sumber: alam.leoniko.or.id)

Jika dilihat dari ukurannya, maka matahari tergolong bintang ukuran sedang. Diameter matahari sekitar 1.380.000 km. Jika dibandingkan diameter bumi, maka diameter matahari 109 diameter bumi. Seandainya matahari berongga, kamu dapat memasukkan lebih dari satu juta bumi ke dalamnya.

Tetapi kerapatan matahari lebih kecil dibandingkan kerapatan bumi, sehingga massa matahari hanya sekitar 340 ribu kali massa bumi.

Matahari merupakan bola gas raksasa, dengan lapisan-lapisan seperti ditunjukkan **Gambar 13.3**, yaitu:

- Inti (*core*): suhunya sekitar 14 juta Kelvin, tempat terjadinya reaksi nuklir yang menghasilkan energi sangat besar.
- Fotosfer: suhunya sekitar 6.000 Kelvin, dengan ketebalan sekitar 300 km, merupakan bagian matahari yang dapat kita lihat. Namun, janganlah kamu menatap matahari secara langsung, karena dapat menyebabkan kerusakan pada mata.
- Kromosfer: atmosfer matahari, bersuhu sekitar 4.500 Kelvin dan ketebalannya 2.000 km.
- Korona: atmosfer luar matahari, bersuhu sekitar 1 juta Kelvin dan ketebalannya sekitar 700.000 km.

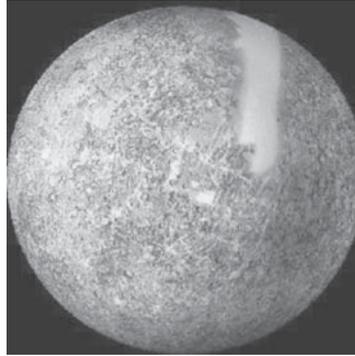
Di antara inti dan fotosfer terdapat daerah radiasi dan daerah konveksi. Di daerah tersebut energi berpindah secara radiasi dan konveksi.

Di permukaan matahari terdapat berbagai aktivitas, antara lain *sunspot* (bintik hitam), *flare* (letupan cahaya yang menyebarkan partikel-partikel bermuatan listrik), *protuberans* (ledakan mendadak dan segera lenyap), serta yang terbesar adalah *prominensa* (kilauan gas yang mengalami kondensasi kemudian jatuh kembali ke permukaan matahari).



2. Merkurius

Merkurius adalah planet terdekat dari matahari, jaraknya sekitar 58 juta kilometer dari matahari. Merkurius tidak mudah dilihat dengan mata telanjang. Merkurius tetapi sering terlihat di saat fajar dan senja hari, sehingga dianggap sebagai bintang pagi dan bintang malam.



Gambar 13.4

Merkurius

(Sumber: www.oulu.fi)

Merkurius merupakan planet terkecil kedua setelah planet Pluto, diameternya sekitar 4.862 km. Permukaannya penuh kawah akibat meteorit yang berjatuhan. Meteorit adalah batu-batu yang jatuh dari langit saat asteroid meledak.

Merkurius bergerak mengelilingi matahari sekali putaran dalam waktu 88 hari dan berotasi dengan periode 59 hari. Merkurius tidak memiliki satelit.

3. Venus

Venus merupakan planet terdekat kedua dari matahari dalam tata surya kita. Jaraknya dari matahari sekitar 108 juta kilometer. Permukaan planet ini diselubungi awan tebal karbon-dioksida sehingga sulit dilihat. Awan tersebut menahan energi matahari yang mengenai permukaan Venus sehingga energi tetap terperangkap. Hal ini menyebabkan suhu permukaan planet Venus luar biasa tingginya, sekitar 480 °C. Suhu ini cukup panas untuk melebur logam, misalnya aluminium.



Gambar 13.5

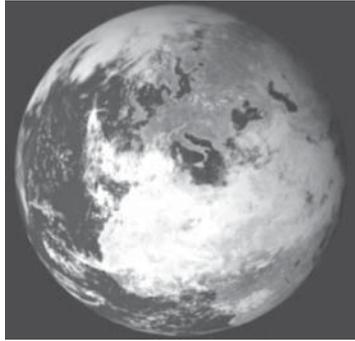
Venus

(Sumber: www.adlerplanetarium.org)

Ukuran Venus hampir sama dengan bumi, diameternya hanya berselisih sekitar 600 km lebih kecil dari bumi. Venus mengelilingi matahari sekali putaran dalam 225 hari. Periode rotasinya 243 hari dengan arah rotasi berlawanan dengan planet-planet lain. Venus juga tidak memiliki satelit, seperti Merkurius.



4. Bumi



Gambar 13.6

Bumi

(Sumber: notperfect.files.wordpress.com)

Bumi sebenarnya bukan planet yang terbesar, namun bagi kita adalah terpenting dari seluruh planet, karena inilah tempat tinggal kita. Bumi adalah planet ketiga dalam tata surya kita. Keadaan permukaan planet bumi sangat berbeda dibandingkan permukaan planet Merkurius dan Venus. Suhu dan tekanan

di permukaan bumi memungkinkan air berada dalam wujud padat, cair, maupun gas.

Bumi berdiameter sekitar 12.700 km. Rata-rata periode revolusinya 365,25 hari dan periode rotasinya sekitar 24 jam. Bumi memiliki satu satelit, yaitu bulan.

5. Mars



Gambar 13.7

Mars

(Sumber: www.hoax-sbyer.com)

Mars merupakan planet keempat dari matahari. Mars berukuran lebih kecil dari bumi, diameternya sekitar 6.800 kilometer. Jaraknya dari matahari sekitar 228 juta kilometer, dengan periode revolusi 687 hari, dan berotasi dengan periode sekitar 24,6 jam.

Untuk menyelidiki permukaan planet Mars, bukan manusia yang dikirim ke sana melainkan robot kecil Amerika Serikat, yaitu *Viking 1* dan *Viking 2*. Dari hasil penyelidikan terdapat tanda-tanda bahwa pada masa lalu di Mars ada air (cairan). Mars memiliki dua satelit, yaitu Phobos dan Deimos.

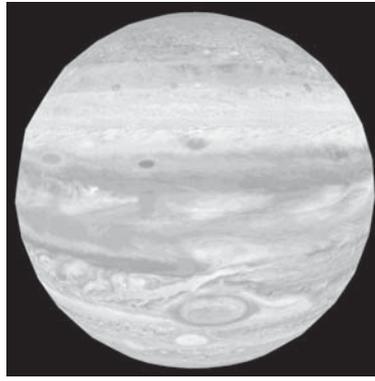
6. Jupiter

Jupiter adalah planet kelima dalam tata surya kita dan merupakan planet terbesar. Garis tengah Jupiter 142.860 km, volumenya sekitar 1.300 kali volume bumi. Meskipun letaknya jauh, Jupiter lebih mudah dilihat karena dua hal, yaitu ukurannya sangat besar dan memantulkan lebih dari 70%



cahaya matahari yang diterimanya. Bandingkan dengan bulan yang hanya memantulkan sekitar 7% cahaya yang diterimanya.

Meskipun ukurannya besar, untuk berotasi Jupiter hanya membutuhkan waktu rotasi 9,8 jam; sekitar 2,5 kali lebih cepat dibandingkan bumi. Periode revolusinya sekitar 12 tahun.



Gambar 13.8

Jupiter

(Sumber: www.mi-perm.ru)

Gas berwarna merah berputar lambat mengelilingi tengah-tengah planet Jupiter. Ini membentuk ikat pinggang merah raksasa yang dapat menghasilkan badai besar di permukaan Jupiter. Jupiter memiliki 16 satelit, beberapa di antaranya lebih besar dari Pluto. Tahukah kamu nama-nama satelit yang mengelilingi Jupiter? Empat di antara satelit-satelit Jupiter adalah Io, Eropa, Ganymeda, dan Calisto.

7. Saturnus

Saturnus merupakan benda langit yang sangat mempesona karena cincin-cincinnya. Cincin Saturnus kelihatan lebih lebar dibandingkan cincin planet lain, karena terdiri atas ratusan cincin-cincin kecil. Cincin kecil tersusun dari gas beku



dan butiran-butiran debu. Keindahan Saturnus ini tidak begitu menonjol karena letaknya sangat jauh. Saturnus berjarak 1.428 juta kilometer dari matahari, jarak ini hampir 10 kali jarak bumi-matahari.

Saturnus berdiameter sekitar 120.000 kilometer, jadi merupakan planet terbesar kedua setelah Jupiter. Periode revolusinya 29,5 tahun; sedangkan periode rotasinya sangat cepat yaitu 10,6 jam. Karena kerapatannya rendah dan berotasi cepat menyebabkan Saturnus bentuknya pipih. Saturnus memiliki 21 satelit, yang terbesar yaitu Titan.

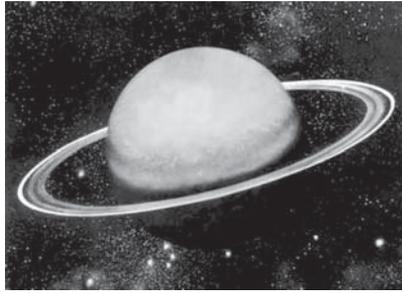
Gambar 13.9

Saturnus

(Sumber: haaksma.pbwiki.com)



8. Uranus



Gambar 13.10

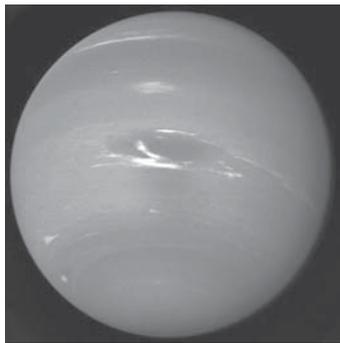
Uranus

(Sumber: www.crystalinks.com)

Uranus berotasi pada sumbu yang sebidang dengan bidang edarnya mengelilingi matahari. Hal ini berbeda dengan planet-planet lain. Uranus berotasi dalam waktu 11 jam dan berevolusi dalam waktu sekitar 84 tahun.

Tahukah kamu jarak uranus dari matahari? Jarak Uranus dari matahari sekitar 2.870 juta kilometer, karena itu Uranus menjadi planet ketujuh setelah Saturnus dalam tata surya kita. Diameter Uranus sekitar 50.100 kilometer. Uranus memiliki 5 satelit, yaitu Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, dan Oberon. Sebagaimana Saturnus, Uranus juga dikelilingi cincin-cincin.

9. Neptunus



Gambar 13.11

Neptunus

(Sumber: www.sterrenkids.nl)

Neptunus merupakan planet kedelapan dalam tata surya kita. Jaraknya dari matahari sekitar 4.500 juta km. Untuk sekali putaran mengelilingi matahari, Neptunus membutuhkan waktu 165 tahun. Periode rotasinya 16 jam. Diameter Neptunus hampir empat kali diameter bumi, yaitu sekitar 48.600 km. Neptunus memiliki delapan satelit, dua diantaranya adalah Triton dan Nereid.



C. Benda Langit Lain



Kamu telah belajar tentang matahari dan planet-planet yang ada di tata surya. Matahari dan planet termasuk benda langit. Masih adakah benda langit lainnya selain matahari dan planet? Kamu dapat menjawabnya setelah memahami uraian berikut.

1. Sabuk Asteroid

Pernahkah kamu mendengar tentang sabuk Asteroid? Apa yang kamu ketahui tentang sabuk Asteroid? Sabuk Asteroid



terbentang di antara planet Mars dan planet Jupiter. Sabuk asteroid terbentuk oleh benda-benda kecil semacam planet, yang juga tersusun atas gas beku dan debu, misalnya Ceres. Meskipun disebut benda kecil, sebenarnya benda-benda tersebut memiliki diameter ratusan kilometer, misalnya Ceres diameternya sekitar 770 km.

Di dalam asteroid, sekarang telah ditemukan lebih dari 50.000 benda kecil semacam Ceres. Seandainya tidak dekat dengan Jupiter, sabuk asteroid mungkin telah menjadi planet. Gaya gravitasi dari Jupiter yang sangat besar tak memungkinkan materi asteroid berubah menjadi planet.

2. Komet

Pernahkah kamu melihat komet? Apa yang kamu ketahui tentang komet? Komet tersusun dari debu dan gas beku seperti es. Komet memiliki inti kecil yang kadang-kadang terang seperti bintang saat melintas dekat dengan matahari. Inti tersebut dikelilingi kabut, biasanya disebut koma, dan gabungan inti dengan koma membentuk kepala komet.



Gambar 13.12

Komet

(Sumber: www.uni.bonn.de)

Sewaktu kepala komet mendekati matahari, energi matahari menguapkan bagian inti kemudian bercampur kabut. Kabut tersebut terdorong gaya radiasi matahari membentuk ekor komet (sehingga komet acapkali disebut bintang berekor). Karena itulah ekor komet selalu menjauhi matahari. Berdasarkan pengamatan, komet selalu muncul secara periodik. Misalnya komet Halley muncul setiap 75 atau 76 tahun sekali. Komet Halley muncul terakhir tahun 1986 dan diperkirakan muncul lagi tahun 2016 atau 2062.

3. Meteor

Di ruang angkasa banyak terdapat benda padat yang bergerak berterbangan tidak beraturan. Benda-benda tersebut mungkin berasal dari serpihan asteroid, serpihan ekor komet, atau pecahan benda-benda langit lain. Karena mendapat pengaruh

**Lab Saku**

Mengorganisasi Informasi
Berdasarkan sifat-sifat khas setiap planet, buat tabel yang memuat karakteristik masing-masing planet tersebut. Isi tabel dapat kamu rancang sendiri, misalnya diameter planet, jaraknya dari matahari, jumlah satelit yang dimiliki dan lain-lain.

Diskusi
Bandingkan tabel yang kamu buat dengan tabel yang dibuat teman-temanmu. Diskusikan, sehingga kamu dapat menghasilkan tabel yang lebih sempurna.



gaya gravitasi bumi, serpihan-serpihan benda langit tersebut bergerak melesat ke arah bumi, dan terbakar karena gesekan dengan materi atmosfer. Timbullah nyala terang terlihat seperti bintang beralih (berpindah), itu yang disebut meteor.

Umumnya meteor habis terbakar sebelum sampai di permukaan bumi, namun ada meteor yang ukurannya sangat besar sehingga sampai di permukaan bumi, disebut meteorit. Contoh meteorit yang jatuh di Greenland dan Arizona Amerika Serikat.



Latihan

1



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Bandingkan antara galaksi, rasi, dan tata surya.
2. Apakah yang dimaksud dengan
 - a. bintang,
 - b. planet,
 - c. asteroid,
 - d. meteor dan meteorit,
 - e. komet?
3. Jarak rata-rata antara matahari dan bumi sekitar 150 juta km disepakati sebagai satuan baku, yaitu 1 SA (Satuan Astronomi). Nyatakan jarak rata-rata planet lain dari matahari dalam satuan SA. Tuliskan hasilnya dalam tabel.



D. Gerakan Bumi dan Bulan



1. Rotasi bumi

Bumi berputar mengitari garis khayal yang disebut sumbu atau poros. Perputaran bumi pada porosnya disebut rotasi. Sekali berotasi bumi membutuhkan waktu 24 jam, atau disebut satu hari.



Karena bumi berotasi maka daerah tertentu di permukaan bumi tidak terus-menerus menghadap matahari. Bagian bumi yang menghadap matahari akan mengalami siang dan bagian lain yang membelakangi matahari mengalami malam.

Belahan bumi bagian timur lebih dahulu menghadap matahari dibandingkan belahan bumi bagian barat. Oleh karena itu, orang yang tinggal di Irian Jaya lebih dulu mengalami pagi dibandingkan orang yang tinggal di Kalimantan, apalagi orang yang tinggal di Aceh.

Untuk lebih memahami terjadinya siang dan malam, lakukan **Kegiatan 1** berikut.



Kegiatan 1

Terjadinya Siang dan Malam

Alat dan bahan

- lilin
- stopwatch atau jam tangan
- lampu senter

Cara kerja

1. Bentuk kelompok dengan anggota 10 orang. Minta 8 orang bergandengan tangan membentuk lingkaran saling membelakangi.
2. Minta seseorang berdiri di luar lingkaran dan menyala-kan senter, seolah-olah dia menjadi matahari.
3. Nyala senter arahkan pada teman-temanmu yang mem- bentuk lingkaran. Teman yang terkena cahaya senter mengalami siang dan yang tidak terkena cahaya mengalami malam. Minta temanmu yang mengalami pagi hari mengatakan selamat pagi, demikian pula yang mengalami siang, sore, dan malam.
4. Minta teman-temanmu yang membentuk lingkaran berputar dari barat ke timur berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Pada tahap putaran tertentu, masing- masing temanmu menunjuk pukul berapa?
5. Menggunakan stopwatch atau jam tangan, catat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu putaran.



Analisis dan diskusi

1. Apakah setiap temanmu yang membentuk lingkaran mengalami siang atau malam terus-menerus? Mengapa?
2. Seandainya teman-temanmu yang membentuk lingkaran dianggap bumi, berapakah kala rotasi bumimu? Apakah kala rotasi tiap kelompok sama?
3. Dalam kehidupan sehari-hari matahari terlihat bergerak dari timur ke barat. Bagaimanakah kejadian yang sebenarnya?

Kamu telah memahami perputaran bumi pada porosnya yang disebut rotasi. Selain berotasi, bumi juga bergerak mengelilingi matahari yang disebut revolusi.

Bumi berevolusi pada garis edar yang teratur. Garis edar ini disebut orbit. Satu tahun di bumi adalah waktu yang diperlukan bumi untuk mengelilingi matahari pada orbitnya satu kali putaran, yaitu selama $365\frac{1}{4}$ hari. Waktu untuk berevolusi disebut juga kala revolusi. Dengan demikian 1 tahun adalah 365 hari, dengan setiap 4 tahun sekali ada 366 hari yang disebut tahun kabisat. Pada tahun kabisat umur bulan Februari 29 hari.

2. Perubahan musim

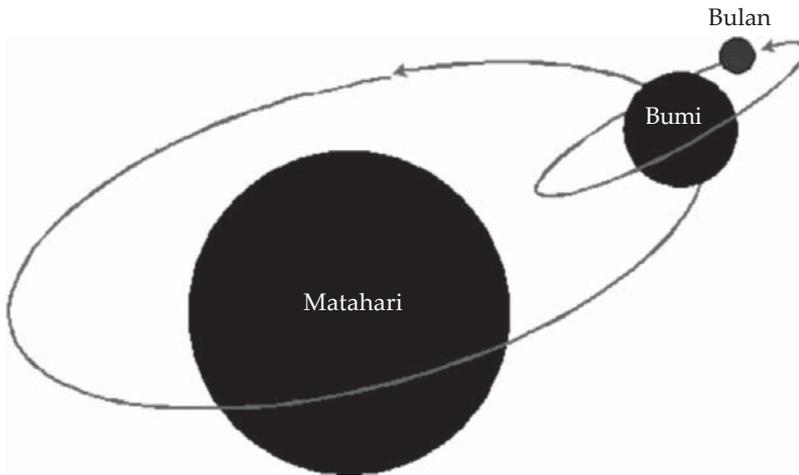
Kemiringan sumbu bumi pada saat berotasi menyebabkan terjadinya perbedaan penyinaran cahaya matahari. Hal ini mengakibatkan perbedaan lamanya siang dan malam serta menimbulkan perbedaan musim di berbagai daerah di permukaan bumi.

Tahukah kamu kapan bumi mengalami musim panas dan dingin? sekitar tanggal 21 Juni belahan bumi utara mengalami musim panas karena lebih condong ke arah matahari sehingga menerima cahaya matahari lebih banyak. Sekitar tanggal 21 atau 22 Desember belahan bumi selatan mengalami musim panas, sedangkan belahan bumi utara mengalami musim dingin. Saat belahan bumi condong menjauhi matahari, belahan bumi tersebut mengalami musim dingin.



3. Gerakan bulan

Gambar 13.13 menunjukkan bagaimana bulan berotasi pada porosnya, berevolusi mengitari bumi dan bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari.



Gambar 13.13

Bulan berotasi pada porosnya, berevolusi mengitari bumi dan bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari.

Waktu yang dibutuhkan bulan untuk satu kali berevolusi sekitar 27,3 hari; disebut kala revolusi sideris (satu bulan sideris). Tetapi karena bumi juga bergerak searah gerak bulan, maka menurut pengamatan di bumi waktu yang dibutuhkan bulan untuk melakukan satu putaran penuh menjadi lebih panjang dari kala revolusi sideris, yaitu sekitar 29,5 hari. Kala revolusi ini disebut kala revolusi sinodis (satu bulan sinodis). Kala revolusi sinodis dapat ditentukan melalui pengamatan dari saat terjadinya bulan baru sampai bulan baru berikutnya. Satu bulan sinodis digunakan sebagai dasar penanggalan Komariyah (penanggalan Islam).

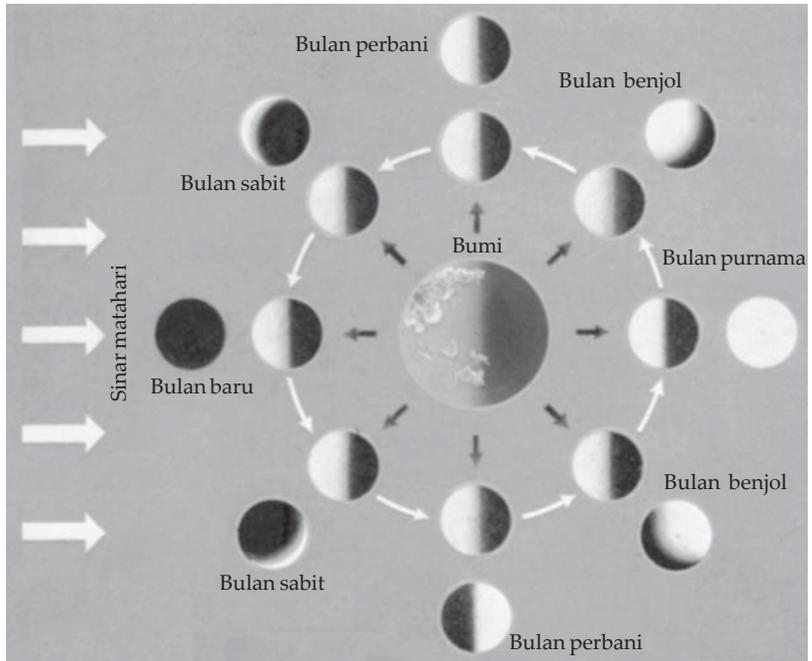
Jika kamu perhatikan dari bumi, bentuk bulan ternyata tidak tetap. Suatu saat berbentuk bundar, setengah lingkaran, lebih dari setengah lingkaran, seperti sabit, atau kadang-kadang tidak terlihat sama sekali. Bentuk bulan yang berubah-ubah itu dikenal sebagai fase-fase bulan. Apakah bentuk bulan memang benar-benar berubah?

4. Fase-fase bulan

Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri, tetapi memantulkan cahaya yang diterima dari matahari. Bagian bulan yang dapat kita lihat hanyalah bagian yang mendapat cahaya matahari



dan dipantulkan ke bumi. Karena bulan berevolusi, maka bagian bulan yang memantulkan cahaya matahari diterima ke bumi, berubah-ubah.



Gambar 13.14

Bidang orbit bulan mengitari bumi tidak sebidang dengan orbit bumi mengitari matahari.

(Sumber: alam.leoniko.id)

Keterangan fase bulan:

- = permukaan bulan yang tidak teramati
- = permukaan bulan yang tidak teramati

Kegiatan 2

Gerakan Bulan

Alat dan bahan

- lilin
- lampu senter

Cara kerja

1. Hitamkan separuh permukaan bola voli.
2. Minta 8 orang temanmu untuk berdiri bergandengan saling membelakangi dan membentuk lingkaran seperti **Kegiatan 1** sebelumnya.
3. Pegang bola voli plastik yang separuhnya telah dihitamkan, bergerak mengelilingi temanmu yang membentuk lingkaran. Bola voli itu kita anggap sebagai bulan. Jagalah posisi bulan selalu tetap selama berkeliling.



4. Di setiap posisi, tanyakan kepada temanmu yang membentuk lingkaran, bagaimana wajah bulan yang dilihatnya? Minta mereka membuat sketsanya.

Analisis dan diskusi

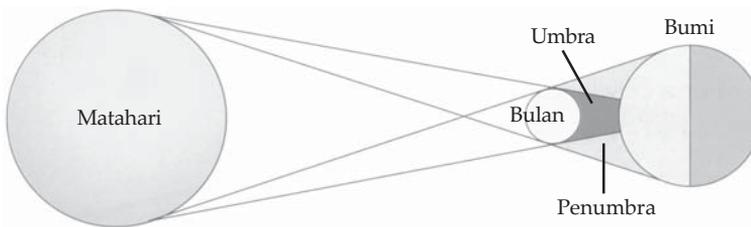
1. Apakah hasil sketsa yang dibuat temanmu membentuk lingkaran sama?
2. Bandingkan gambar-gambar sketsa tersebut dengan sketsa fase-fase bulan pada **Gambar 13.14**?
3. Apakah kesimpulanmu tentang penampakan bulan yang berubah-ubah? Apakah bentuk bulan memang berubah-ubah seperti sabit, benjol, dan lain-lain? Berikan penjelasan.

5. Gerhana matahari dan gerhana bulan

Seperti telah dibahas sebelumnya, bumi selalu berotasi pada porosnya dan berevolusi terhadap matahari. Sementara bulan berotasi pada porosnya, berevolusi pada bumi, dan bersama-sama bumi mengitari matahari. Karena gerakan ini, suatu saat bumi, bulan, dan matahari terletak pada satu garis lurus.

a. Gerhana matahari

Gerhana matahari terjadi jika posisi bulan terletak antara bumi dan matahari, seperti **Gambar 13.15**. Akibatnya bulan membentuk bayangan di bumi, sehingga orang yang tinggal di belahan bumi tersebut tidak dapat melihat matahari. Ukuran bulan lebih kecil dari ukuran matahari, karena itu hanya sebagian kecil permukaan bumi yang benar-benar ditutupi bayangan bulan dan sama sekali tidak mendapatkan cahaya matahari. Daerah ini mengalami gerhana matahari total.

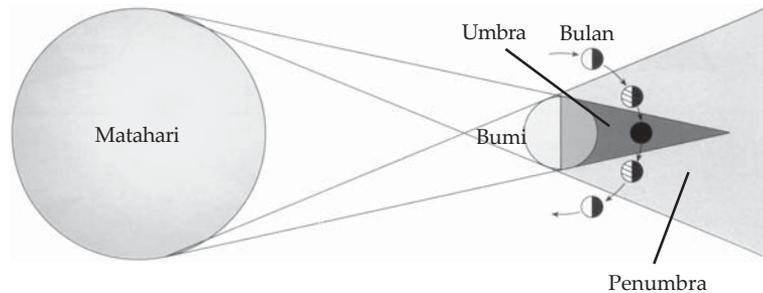


Gambar 13.15
Gerhana matahari



b. Gerhana bulan

Gerhana bulan terjadi saat matahari, bumi, bulan terletak satu garis lurus. Saat gerhana bulan, bumi terletak di antara matahari dan bulan, sehingga cahaya matahari mengenai bumi dan tidak sampai di bulan. Akibatnya bulan tidak memantulkan cahaya sama sekali ke bumi. Keadaan ini disebut gerhana bulan (**Gambar 13.16**).



Gambar 13.16
Gerhana bulan



Latihan

2



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Bandingkan antara rotasi dan revolusi bumi.
2. Bagaimana proses terjadinya siang dan malam? Apakah semua daerah di permukaan bumi mengalami siang atau malam dalam selang waktu yang sama panjang? Jelaskan.
3. Bagaimanakah proses terjadinya perubahan musim?
4. Gambar dan jelaskan terjadinya gerhana matahari.
5. Bulan berotasi dan berevolusi terhadap bumi juga bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari. Ditetapkan kala revolusi bumi 366 hari, kala revolusi dan rotasi bulan sama, yaitu 29,5 hari; dan kala rotasi bumi 1 hari.
 - a. Saat bulan telah menempuh seperempat lintasan revolusinya, kira-kira bumi telah berotasi berapa kali?
 - b. Saat bumi telah menempuh seperempat lintasan revolusinya, berapa kali bumi telah berotasi? Berapa kali bulan telah berevolusi dan berotasi? Jelaskan jawabanmu.





E. Penerbangan Angkasa Luar



Pernahkah kamu sakit kemudian dibawa ke dokter? Untuk mengetahui penyakit seorang pasien, banyak hal dilakukan dokter, antara lain mengamati pasien, menanyai berbagai hal, memeriksa dengan tangannya, dan lebih teliti lagi memeriksa dengan suatu alat yang disebut stetoskop. Mengapa dokter membutuhkan stetoskop untuk memeriksa pasiennya?

Jika kamu ingin mengenal sesuatu dengan rinci dan lengkap kamu harus menggunakan semua inderamu untuk menyelidikinya. Jika indera sudah tak mampu lagi karena kemampuan dan kepekaannya memang terbatas, maka kamu harus menggunakan teknologi untuk membantunya, seperti yang dilakukan dokter dengan menggunakan stetoskop. Bagaimana jika kamu ingin menyelidiki sesuatu, tetapi kamu tidak mungkin hadir di tempat yang akan kamu selidiki? Kamu harus “memindahkan” inderamu ke sana, dan itulah yang terjadi saat ilmuwan menyelidiki ruang angkasa.

Satelit ditempatkan di orbit tertentu sehingga dapat mencatat bahkan merekam gambar, kemudian dikirimkan ke bumi untuk dianalisis. Di bawah ini kamu akan mendiskusikan berbagai manfaat satelit dan memikirkan serta memodelkan secara sederhana bagaimana satelit di tempatkan pada orbit tertentu?

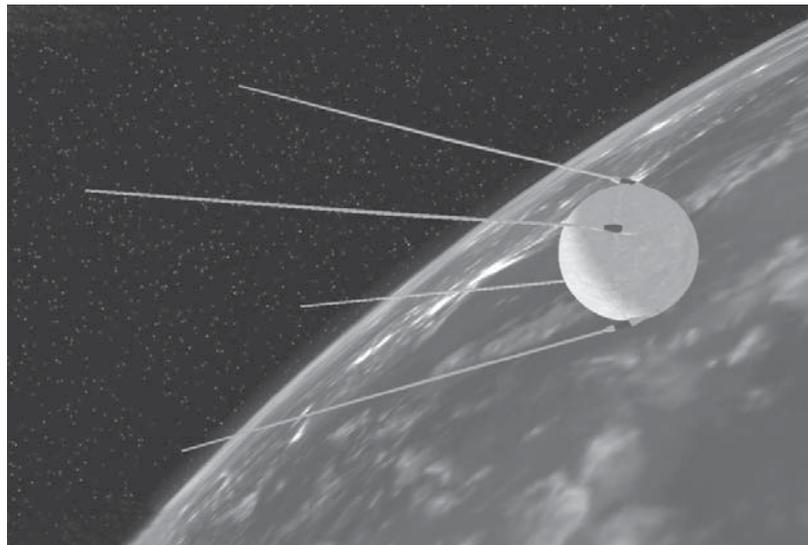
1. Satelit

Satelit adalah benda yang mengorbit atau bergerak mengitari benda langit yang lebih besar. Ada dua jenis satelit, yaitu satelit alam, misalnya bulan dan satelit buatan, misalnya Sputnik 1 (milik Uni Soviet) atau Palapa (milik Indonesia).

Satelit banyak membantu memberikan informasi tentang bulan, bumi, dan benda-benda langit lain kepada kita. Satelit juga menjadikan sistem komunikasi menjadi lebih baik. Satelit membantu ahli lingkungan mempelajari polusi, ahli geologi menemukan sumur minyak, dan ahli pertanian mengamati perkembangan tanaman. Satelit komunikasi membantu mentransmisikan (memancarkan) siaran radio dan televisi ke seluruh dunia. Satelit astronomi memberikan



informasi ruang angkasa yang jauh lebih akurat dan lengkap dibandingkan sumber informasi di bumi.



Gambar 13.17

Sputnik 1

(Sumber: www.celestialmotherlode.net)

2. Satelit Palapa

Satelit Palapa termasuk satelit komunikasi. Satelit ini pertama kali diluncurkan tahun 1976 dengan nomor seri Palapa A-1 dan perkiraan usianya 7 tahun. Dengan satelit Palapa transmisi siaran televisi menjadi semakin luas. Mengapa? Siaran televisi yang dipancarkan oleh transmiter (pemancar) pusat di Jakarta, ditangkap oleh stasiun relay yang ada di daerah (antara lain Yogyakarta, Surabaya, dan Maluku). Selanjutnya, stasiun relay memancarkan kembali siaran tersebut dan diterima oleh antena (alat penerima) televisi di rumah-rumah. Bayangkan, bagaimana jika tidak ada satelit Palapa?

Sampai saat ini Indonesia telah meluncurkan 10 seri satelit Palapa, namun ada satu satelit yang gagal mengorbit, yaitu Palapa B-2. Palapa B-2 ini digantikan dengan Palapa B-2P.

3. Roket dan pesawat ulang alik

Untuk menempatkan satelit pada orbitnya, digunakan roket atau pesawat ulang alik. Satelit akan dibawa hingga ketinggian tertentu kemudian dilepaskan. Satelit akan mengorbit dengan kecepatan tertentu, tergantung pada ketinggiannya di atas permukaan bumi. Meskipun fungsinya hampir sama, pesawat ulang alik berbeda dengan roket.



Pesawat ulang alik dapat kembali ke bumi setelah menjalankan tugasnya. Roket hanya berfungsi sekali dalam peluncuran satelit. Karena pesawat ulang alik dapat kembali ke bumi, selain digunakan sebagai peluncur satelit, juga dapat digunakan untuk mengantarkan astronot atau bahan-bahan lain ke dan dari ruang angkasa.



Gambar 13.18

Pesawat ulang alik Columbia

(Sumber: www.geocities.com)

Latihan 3

Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Sebutkan sekurang-kurangnya tiga manfaat satelit bagi kehidupan kita.
2. Jelaskan manfaat satelit Palapa.
3. Jelaskan persamaan dan perbedaan antara roket dengan satelit.
4. Jelaskan perbedaan dari satelit komunikasi dengan satelit astronomi.
5. Jelaskan perbedaan antara roket dengan pesawat ulang alik.

Bina Keterampilan

Satelit Palapa dapat memperluas transmisi (pemancaran) siaran televisi. Buat diagram sederhana yang menunjukkan urutan transmisi siaran dari pemancar pusat hingga sampai di rumah-rumah kita. Cantumkan kata-kata di bawah ini dalam diagram yang kamu buat: *satelit Palapa, stasiun pemancar pusat, stasiun relay, antena televisi di rumah.*





F. Proses-proses di Permukaan Bumi



Bumi adalah salah satu planet dalam tatasurya kita. Jika dibandingkan dengan planet-planet lain, bumi bukan planet yang terbesar. Diameter bumi kira-kira diameter planet Yupiter. Tetapi, mengenali dan menjaga planet bumi sangat penting bagi kita karena di situlah kita hidup.

Bumi terbagi menjadi tiga lapisan utama yaitu lapisan batuan (*litosfer*), lapisan air (*hidrosfer*), dan lapisan udara (*atmosfer*). Kehidupan di bumi termasuk kehidupan manusia, juga berinteraksi timbal balik dengan tiga lapisan di atas, yang disebut lingkungan. Manusia dan lingkungannya, saling bergantung. Manusia membentuk lingkungan hidupnya, dan manusia itu ada karena lingkungan hidupnya.

Berbagai peristiwa di permukaan bumi mungkin menjaga kelangsungan hidup manusia, tetapi ada juga merugikan bahkan menghancurkan kehidupan manusia. Di bawah ini kita akan mendiskusikan beberapa peristiwa di bumi yang dapat merugikan kehidupan kita.

1. Pencemaran atau polusi

Pencemaran dapat terjadi di daratan, air, dan udara. Daratan, air, dan udara dikatakan mengalami pencemaran jika pada lapisan-lapisan tersebut telah terjadi keadaan tidak normal, karena adanya polutan (zat penyebab polusi) sehingga tidak mampu memberikan daya dukung kepada kehidupan di bumi.

a. Pencemaran daratan

Pencemaran daratan disebabkan oleh buangan organik, misalnya dari rumah tangga dan olahan bahan makanan; maupun anorganik, misalnya plastik dan limbah industri terutama logam. Dampak yang disebabkan oleh pencemaran daratan, antara lain:

- 1) timbulnya bau,
- 2) pemandangan yang tidak sedap, kotor, dan kumuh,
- 3) timbulnya berbagai penyakit, misalnya pes, kaki gajah, malaria, dan demam berdarah, dan
- 4) fungsi tanah berkurang, misalnya tanah menjadi tidak subur.





Gambar 13.19

Sampah menumpuk merupakan pencemaran daratan.

(Sumber: Dok. Penerbit)

b. Pencemaran air

Bagian terbesar permukaan bumi kita adalah air. Seperti halnya daratan, air juga dapat tercemar. Bagaimana cara untuk mengetahui telah terjadi pencemaran air? Untuk mengetahui terjadinya pencemaran air dapat digunakan berbagai indikator, antara lain suhu, derajat keasaman (pH), warna, bau, rasa, endapan, kandungan mikroba, dan kandungan zat radioaktif. Misalnya, air yang memenuhi syarat digunakan dalam kehidupan mempunyai pH berkisar 6,5-7,5. Air dengan pH lebih kecil atau lebih besar dari pH normal tersebut, tidak memenuhi standar kehidupan.

Pencemaran air disebabkan oleh berbagai bahan buangan (limbah), antara lain:

- 1) limbah padat, misalnya batuan, pasir, tanah;
- 2) limbah organik, misalnya sisa makanan;
- 3) limbah anorganik, misalnya unsur-unsur logam sisa industri (timbal, raksa, dan nikel);
- 4) limbah cairan berminyak, misalnya olie, minyak tanah yang tumpah ke air; dan
- 5) limbah zat kimia, misalnya deterjen, shampo, dan insektisida.





Lab Saku

Bersama teman-temanmu, identifikasilah pencemaran yang terjadi di sekitarmu. Laporkan dalam bentuk tabel. Amati dan laporkan dengan cermat, sumber-sumber pencemaran yang kamu temukan. Amati dan catat pula akibat yang ditimbulkan.

Dampak yang disebabkan oleh pencemaran air, antara lain:

- 1) air tidak dapat digunakan secara optimal, baik untuk keperluan rumah tangga, pertanian, maupun industri,
- 2) penyebab timbulnya berbagai penyakit, misalnya demam berdarah, malaria, diare, kholera, disentri, dan cacingan.

c. Pencemaran udara

Udara bersih dan kering, tersusun dari komponen utama, yaitu nitrogen $\pm 78\%$, oksigen $\pm 21\%$, argon $\pm 0,9\%$, dan karbon dioksida $\pm 0,03\%$. Udara disebut tercemar jika terdapat bahan atau zat-zat asing sehingga komposisi udara berubah dari keadaan normalnya.

Bahan pencemar udara ada yang berasal dari alam, misalnya debu dan gas pembusukan sampah organik. Selain itu, bahan pencemar udara juga berasal dari faktor antropogenik (kegiatan manusia), misalnya pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dan pemakaian zat kimia. Di antara komponen pencemar udara yang paling banyak berpengaruh adalah karbon monoksida, nitrogen oksida, belerang oksida, dan hidrokarbon.

Dampak yang disebabkan oleh pencemaran udara, antara lain gangguan fungsi jantung, paru-paru, sakit kepala, sulit bernafas, dan pingsan, bahkan kanker dan kematian.

2. Pelapukan dan pengikisan

Pelapukan menyebabkan berbagai batuan, logam, dan benda-benda lain berubah warna, komposisi, atau bentuknya. Pelapukan merupakan proses hancurnya suatu benda menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.

Berdasarkan penyebabnya, pelapukan dibedakan menjadi tiga yaitu pelapukan mekanik, organik, dan kimiawi.

a. Pelapukan mekanik



Pelapukan mekanik adalah pelapukan yang disebabkan oleh perubahan suhu atau tekanan. Misalnya, pada siang hari yang sangat panas kemudian turun hujan

Gambar 13.20

Patung mengalami pelapukan mekanik.

(Sumber: www.erabaru.or.id)



secara tiba-tiba, maka terjadi perubahan suhu yang tiba-tiba pula. Peristiwa semacam ini akan merusak butiran-butiran batuan, kayu, dan benda-benda lain sehingga hancur menjadi bagian-bagian lebih kecil.

b. Pelapukan organik

Pernahkah kamu memperhatikan dinding-dinding yang ditumbuhi lumut? Jika lumut tersebut dibiarkan, apa yang terjadi? Lama-kelamaan, dinding tersebut akan hancur. Itulah contoh pelapukan organik. Contoh yang lain, misalnya akar pohon yang merusak pot atau bangunan, hewan-hewan kecil yang menghancurkan kayu dan perabotan rumah tangga.

Pelapukan organik adalah pelapukan yang disebabkan oleh organisme atau makhluk hidup, misalnya tumbuhan, hewan, dan manusia. Jika kita tidak peduli terhadap lingkungan, maka manusia dengan segala ilmu dan teknologinya merupakan sumber perusak lingkungan yang sangat hebat.

c. Pelapukan kimiawi

Pelapukan kimiawi yang paling sering kita jumpai adalah oksidasi pada logam terutama besi, yang lazim kita sebut berkarat. Pelapukan kimiawi adalah pelapukan yang terjadi melalui reaksi kimia.

Berkarat adalah contoh pelapukan kimiawi yang merugikan. Ada proses pelapukan kimiawi yang justru melahirkan keindahan, yaitu terbentuknya stalagtit dan stalaktit pada gua-gua kapur.



Gambar 13.21

Terbentuknya stalaktit dan stalagmit merupakan contoh pelapukan kimiawi.

(Sumber: Dok. Penerbit)



3. Pemanasan global

Untuk memahami pemanasan global, harus dipahami dulu penyebab terjadinya pemanasan global yaitu efek rumah kaca dan gas rumah kaca. Sinar matahari menyimpan energi. Saat sinar matahari mengenai bumi, bumi menjadi panas. Sebagian energi panas tersebut oleh bumi dipantulkan kembali ke atmosfer sebagai gelombang panas, berupa sinar infra merah. Dalam atmosfer, sinar infra merah ini diserap oleh berbagai molekul gas, sehingga suhu atmosfer naik. Kenaikan suhu atmosfer ini disebut efek rumah kaca. Gas-gas dalam atmosfer yang menyerap gelombang panas disebut gas rumah kaca. Jadi, efek rumah kaca tidak ada kaitannya dengan bangunan gedung-gedung bertingkat yang dindingnya terbuat dari kaca. Efek rumah kaca disebabkan oleh gas rumah kaca yang menyerap gelombang panas dari bumi.

Dalam kondisi normal, efek rumah kaca sebenarnya sangat membantu kita. Jika tidak ada efek rumah kaca, suhu rata-rata di bumi bisa mencapai $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suhu ini jelas terlalu rendah untuk kehidupan manusia dan makhluk hidup yang lain. Adanya efek rumah kaca suhu rata-rata di bumi menjadi sekitar $33\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Gas rumah kaca yang terpenting adalah karbondioksida, yang berasal dari pembusukan serta pembakaran bahan organik. Akhir-akhir ini dicatat kandungan karbondioksida dan gas lain dalam atmosfer mengalami kenaikan. Naiknya gas rumah kaca akan menaikkan pula efek rumah kaca. Peristiwa naiknya intensitas efek rumah kaca itulah yang dikenal pemanasan global.

Pemanasan global menimbulkan berbagai dampak, antara lain

- a. perubahan iklim,
- b. kenaikan frekuensi dan intensitas badai,
- c. menaikkan suhu permukaan laut, sehingga terjadi penambahan ketinggian air laut.





Latihan 4



Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Apakah yang dimaksud dengan:
 - a. pencemaran,
 - b. pelapukan,
 - c. pengikisan,
 - d. pemanasan global?
2. Dalam kehidupan, sebaiknya kita tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Mengapa?
3. Berikan tiga usulan sederhana yang dapat kita terapkan dalam kehidupan sehari-hari, untuk menghindari terjadinya pencemaran.
4. Jelaskan perbedaan dari pelapukan mekanik dengan pelapukan organik. Berikan contohnya masing-masing 3.
5. Sebutkan dampak yang disebabkan oleh pencemaran udara.



Bina Keterampilan

Dengan menggunakan botol kaca bening, kapas, selang plastik, suntikan bekas, plastisin, dan rokok, rancanglah percobaan untuk mengetahui dampak asap rokok pada kapas. Amati dan diskusikan hasilnya. Dengan membaca literatur, identifikasilah semua racun yang ada dalam rokok.





Rangkuman



1. Galaksi adalah gugusan bintang-bintang, gas, dan debu saling mengikat karena adanya gravitasi.
2. Rasi bintang adalah kelompok bintang jika dilihat dari bumi menghasilkan suatu bentuk tertentu.
3. Tata surya terdiri dari planet, komet, asteroid dan benda-benda langit lain yang membentuk satu sistem.
4. Ada dua macam planet, yaitu planet dalam dan luar. Planet dalam adalah planet yang terletak antara matahari dan sabuk asteroid. Planet luar adalah planet yang terletak di luar sabuk asteroid.
5. Satelit adalah benda yang mengorbit atau bergerak mengitari benda langit yang lebih besar.
6. Bumi terbagi menjadi tiga lapisan, yaitu litosfer, hidrosfer, dan atmosfer.
7. Peristiwa di permukaan bumi yang dapat merugikan kehidupan adalah pencemaran, pelapukan dan pengikisan, serta pemanasan global.



A. Pengecekan Konsep 

Pilih salah satu jawaban yang tepat. Tulis jawaban pada buku kerjamu.

1. Menyebabkan terjadinya siang dan malam di bumi
 - a. rotasi
 - b. gerhana
 - c. revolusi
 - d. orbit
2. Merupakan planet terkecil dalam tata surya kita adalah
 - a. Merkurius
 - b. Venus
 - c. Mars
 - d. Pluto
3. Di antara kelompok planet di bawah ini yang merupakan kelompok planet dalam adalah
 - a. Merkurius, Venus
 - b. Merkurius, Venus, Mars
 - c. Merkurius, Venus, Bumi
 - d. Merkurius, Venus, Bumi, Mars
4. Memiliki arah rotasi berlawanan dengan planet lain adalah
 - a. Yupiter
 - b. Venus
 - c. Neptunus
 - d. Saturnus
5. Merupakan planet paling mempesona karena memiliki cincin terbanyak dan terbesar adalah
 - a. Merkurius
 - b. Saturnus
 - c. Uranus
 - d. Neptunus
6. Waktu yang dibutuhkan oleh bulan mulai dari fase bulan baru hingga bulan purnama adalah sekitar
 - a. 30 hari
 - b. 29 hari
 - c. 15 hari
 - d. 7,5 hari
7. Urutan lapisan matahari dari lapisan paling luar hingga lapisan paling dekat dengan inti adalah
 - a. korona-kromosfer-fotosfer
 - b. fotosfer-korona-kromosfer
 - c. fotosfer-kromosfer-korona
 - d. kromosfer-korona-fotosfer
8. Saat terjadi gerhana bulan urutan posisi antara bumi, bulan, dan matahari adalah
 - a. matahari, bulan, bumi
 - b. matahari, bumi, bulan
 - c. bumi, matahari, bulan
 - d. bulan, matahari, bumi
9. Pernyataan di bawah ini yang *bukan* merupakan manfaat satelit adalah
 - a. memperluas jangkauan komunikasi
 - b. membantu pemetaan kandungan sumber alam
 - c. membawa astronot ke atau dari ruang angkasa
 - d. merekam dan mengirimkan informasi cuaca
10. Contoh pelapukan organik adalah
 - a. pagar besi berkarat
 - b. batu retak akibat panas dan hujan
 - c. dinding hancur karena ditumbuhi lumut
 - d. terjadinya stalagtit dan stalagmit



B. Pemahaman Konsep

Tulis jawaban pertanyaan di bawah ini di buku kerjamu.

1. Dalam tata surya kita, planet apakah yang menyerupai bumi? Beri penjelasan berdasarkan karakteristik planet-planet yang telah kamu pelajari.
2. Komet disebut juga bintang berekor. Jelaskan, apakah komet memang termasuk bintang? Mengapa ekor komet selalu menjauhi matahari?
3. Apakah pencemaran itu? Sebutkan jenis-jenis pencemaran, penyebab, dan akibat yang ditimbulkan sehingga merugikan kita.
4. Matahari terlihat sebagai bintang paling terang dan paling besar dalam kehidupan kita sehari-hari. Beri penjelasan apakah penglihatan kita itu benar? Tuliskan data-data penunjang untuk mendukung pendapatmu.
5. Beri penjelasan mengapa bulan memiliki kala revolusi sideris dan sinodis? Untuk memperjelas jawabanmu, sertakan diagram/gambar sketsa revolusi bulan.



- ◆ Adakah materi yang belum kamu pahami?
- ◆ Apakah kamu memahami akibat dari terjadinya pemanasan global? Usaha apa yang kamu lakukan supaya tidak terjadi pemanasan global?



- Aglutinin:** protein khusus dalam plasma darah yang dapat menggumpalkan aglutinogen.
- Aglutinogen:** protein spesifik yang terdapat di dalam sel darah merah.
- Akomodasi:** kemampuan lensa mata untuk membesar dan membesar.
- Akson:** serabut panjang pada sel saraf yang berfungsi menghantarkan impuls saraf dari badan sel saraf ke saraf lainnya.
- Alveolus:** kantong udara paru-paru.
- Anemia:** penyakit akibat kurang darah.
- Antibody:** zat yang dapat membunuh bibit penyakit atau zat asing lainnya.
- Aorta:** pembuluh nadi besar.
- Arus listrik:** aliran muatan listrik.
- Arteri:** pembuluh nadi yang membawa darah keluar dari jantung.
- Atrium:** ruang jantung pada bagian atas (serambi).
- Asimilasi:** pengolahan zat anorganik menjadi zat organik oleh tumbuhan.
- Astigmatisme:** gangguan mata dimana penglihatan menjadi kabur.
- Bronkitis:** radang tenggorokan.
- Bronkiolus:** percabangan dari bronkus.
- Bronkus:** percabangan dari tenggorokan.
- Bintik buta:** tempat kluarnya saraf mata yang letaknya pada retina.
- Bintik kuning:** bagian dari selaput jala yang paling peka terhadap cahaya.
- Daya listrik:** cepatnya energi listrik diubah menjadi energi bentuk lain.
- Dendrit:** serabut pendek pada sel saraf yang berfungsi menghantarkan impuls saraf dari reseptor ke badan sel saraf.
- Dermis:** lapisan sel-sel kulit yang lebih tebal dari pada epidermis. Pada lapisan ini terdapat pembuluh darah kapiler, saraf, akar rambut, dan kelenjar minyak.
- Diastole:** tekanan darah pada saat darah masuk ke bilik jantung atau kondisi pada saat jantung relaksasi.
- Diafragma:** otot yang memisahkan rongga dada dan rongga perut.
- Efektor:** bagian tubuh yang menanggapi rangsangan (otot dan kelenjar).
- Ekspirasi:** pengeluaran karbondioksida dari paru-paru.
- Ekskresi:** proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme.
- Epidermis:** kulit ari berupa sel-sel mati.
- Eritrosit:** sel darah merah.
- Fibrinogen:** sejenis protein darah yang berperan dalam pembekuan darah.
- Faring:** pangkal tenggorokan.
- Ferromagnetik:** bahan yang dapat ditarik magnet dengan kuat.
- Flare:** letupan cahaya yang menyebarkan partikel-partikel bermuatan listrik.
- Galvanometer:** alat untuk mendeteksi dan mengukur arus listrik.
- Galaksi:** gugusan bintang-bintang, gas, dan debu saling mengikat karena adanya gravitasi.
- Gaya gerak listrik:** beda potensial antara kutub-kutub sumber tegangan sebelum dipasang pada rangkaian listrik.
- Ganglion:** simpul saraf merupakan kumpulan badan-badan sel saraf.
- Glomerulus:** anyaman pembuluh-pembuluh darah kapiler pada ginjal.
- Hambatan:** kecenderungan suatu benda untuk melawan aliran muatan listrik, mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain.
- Hemoglobin:** zat warna merah darah yang berfungsi mengikat oksigen.
- Hipermetropi:** rabun dekat, mata tidak dapat melihat benda yang dekat dengan jelas.
- Inspirasi:** pengambilan oksigen dari luar tubuh.
- Isolator listrik:** benda-benda yang tidak dapat menghantarkan listrik.
- Impuls:** rangsangan yang dapat menjalar di dalam tubuh melalui sel-sel saraf berupa pulsa elektrik.

Induksi elektromagnetik: proses timbulnya arus listrik akibat perubahan medan magnet.

Jakun: tulang rawan pada pangkal tenggorokan yang menonjol pada pria dewasa.

Kapsula Bowman: bagian yang mengelilingi glomerulus yang berbentuk cawan berdinding ganda.

Kornea: selaput bening pada bola mata yang berfungsi membantu pengaturan cahaya yang masuk ke mata.

Konduktor listrik: benda-benda yang dapat menghantarkan listrik.

Komutator: sakelar pembalik yang berputar bersama dengan kumparan.

Kuat arus listrik: muatan listrik yang mengalir melalui penghantar tiap sekon.

Listrik statis: kumpulan muatan listrik pada suatu benda.

Leukosit: sel darah putih.

Medan magnet: daerah di sekitar magnet yang terdapat gaya-gaya magnet.

Metabolisme: pertukaran zat di dalam tubuh yang meliputi proses fisika dan kimia.

Membrane timpani: gendang telinga.

Miopi: rabun jauh, tidak bisa melihat benda yang jauh dengan jelas.

Meteor: bintang beralih.

Planet dalam: planet-planet yang terletak antara matahari dan sabuk asteroid.

Planet luar: planet-planet yang terletak di luar sabuk asteroid (dilihat dari matahari).

Pengosongan muatan: penghilangan muatan listrik yang terkumpul pada suatu benda.

Pigmen: zat pembawa warna pada kulit.

Papilla: tonjolan-tonjolan pada permukaan lidah.

Protuberans: ledakan mendadak dan segera lenyap.

Prominensa: kilauan gas yang mengalami kondensasi kemudian jatuh kembali ke permukaan matahari.

Reseptor: bagian tubuh yang menerima ransangan (indera).

Rasi bintang: kelompok bintang jika dilihat dari bumi menghasilkan suatu bentuk tertentu.

Retina: lapisan paling dalam dari bola mata.

Rotasi: perputaran bumi pada porosnya disebut

Serum: plasma darah yang tidak memiliki fibrinogen.

Sudut deklinasi: sudut yang dibentuk antara jarum kompas dengan arah utara selatan geografis.

Sudut inklinasi: sudut yang dibentuk antara jarum kompas dengan permukaan bumi.

Sunspot: bintik hitam.

Systole: tekanan darah pada saat darah keluar dari bilik jantung atau kondisi pada saat jantung kontraksi.

Saluran eustachius: saluran yang menghubungkan telinga tengah dengan rongga mulut.

Trombosit: keping-keping darah.

Transformator: alat yang dipergunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan arus bolak balik.

Ureter: saluran yang menghubungkan ginjal dengan kantung kemih.

Uretra: saluran kemih yang membawa urin keluar dari tubuh.

Urine: cairan sisa metabolisme yang berasal dari ginjal.

Vena: pembuluh balik, membawa darah menuju jantung.

Ventrikel: ruang jantung pada bagian atas (bilik).



Daftar Pustaka

- Aziz Nor Azlina Abd, Mamat Mahassan, Rashid Kamaludin A, Hashim Noor Hashida, Jalil Mahanom, Starr Kamariah Haron, dan Taggart Ralph. 2007. *Biology For STPM Volume 1*. Singapore: Thomson Learning, Inc
- . 2007. *Biology For STPM Volume 2*. Singapore: Thomson Learning, Inc
- Boyle M dan Kathryn S. 2002. *Biology*. London: HaperCollinsPublishers Limited
- Hoong, T.L, Leng H,P. 2001. *Interactive Science*. Singapore: SNP Pan Pacific Publishing Pte, Ltd
- Farndon, John. 2000. *Human Body*. China: Miles Kelly Publishing
- Johnson, Keith. 2001. *Physics for You*. United Kingdom: Nelson Thornes, Ltd
- Mader, S.S.2001. *Biology*. New York: Mc Graw-Hill
- Mohamed Nor Sabirin, Supa'at Izlina, Zainal Norazlin, Rusdi Hashlina, Amir Shahrul, Salwa Ferwani Ungku, dan Hecht Eugene. 2006. *Pre-University Physics Volume 1*. Singapore: Thomson learning, Inc
- R Michael dan Neil Ingram.2001. *Biology*. United Kingdom: Nelson Thornes Ltd
- Serway Raymond A dan Faughn Jerry S. 2003. *College Physics Sixth Edition*. Singapore: Thomson Learning, Inc
- Suryo. 2001. *Genetika strata 1*. Cetakan ke-9. Yogyakarta Gajah Mada University.
- Walker, S., James. 2002. *Physics*, New Jersey: Prentice Hall, Inc
- Yeat Wan Gan. 2008. *Success Biology SPM*. Malaysia: Vinlin Press Sdn. Bhd
- Young Poh Liong. 2007. *Pacific Physics A Level*. Singapore: Panpac Education Private Limeted

Sumber Gambar dan Bacaan

Jawa Pos, 11 Desember 2007

<http://alam.leoniko.or.id>, 12 Maret 2008

<http://agungpurnomo.files.wordpress.com>, 14 Maret 2008

<http://i69.photobucket.com>, 14 Maret 2008

<http://irdakaiser.files.wordpress.com>, 17 Maret 2008

<http://images.elokdyah.multiply.com>, 17 Maret 2008

<http://keluargabroto.com>, 25 Maret 2008



<http://lecese.files.wordpress.com>, 25 Maret 2008
<http://myscienceblogs.com>, 7 Juni 2008
<http://omdoyok.hp.infoseek.co.jp>, 26 Maret 2008
<http://rbgsyd.nsw.gov.au>, 27 Maret 2008
<http://scienceblogs>, 25 Maret 2008
<http://seds.lpl.arizona.edu>, 22 Maret 2008
<http://upload.wikimedia.org>, 13 Maret 2008
<http://www.sinarharapan.co.id>, 17 Maret 2008
<http://www.sciencenewsforkids.org>, 11 Maret 2008
<http://www.kyukeiren.or>, 10 Maret 2008
<http://www.familycarefoundation.com>, 12 Maret 2008
<http://www.stlukeseve/Anatomy.asp>, 17 Maret 2008
<http://www.sultanoptik.com>, 24 Maret 2008
<http://www.eyemlink.com>, 22 Maret 2008
<http://www.in-gender>, 17 Maret 2008
<http://www.smd.uni-ulm.de>, 18 Maret 2008
<http://www.mnbeef>, 15 Maret 2008
<http://www.gardenscure>, 13 Maret 2008
<http://www.disnak.jabarprov.go>, 1 April 2008
<http://www.sciencenewsforkids.org>, 25 Maret 2008
<http://www.oulu.fi>, 20 Maret 2008
<http://www.adlerplanetarium.org>, 18 Maret 2008
<http://notperfect.files.wordpress.com>, 10 Maret 2008
<http://www.mi-perm.ru>, 11 Maret 2008
<http://haaksma.pbwiki.com>, 11 Maret 2008
<http://www.crystalinks.com>, 11 Maret 2008
<http://www.sterrenkids.nl>, 14 Maret 2008
<http://www.celestiamotherlode.net>, 14 Maret 2008
<http://www.erabaru.or.id>, 11 Maret 2008
<http://www.smh.com.au>, 13 Maret 2008
<http://www.cs.nyu.edu>, 12 Maret 2008
<http://www.ferti-mix.com>, 22 Maret 2008





Bab 1 Evaluasi

- A. 1. c 6. a
2. b 7. d
3. c 8. d
4. a 9. a
5. b 10. d

Bab 2 Evaluasi

- A. 1. a 6. b
2. b 7. b
3. a 8. a
4. b 9. c
5. b 10. b

Bab 3 Evaluasi

- A. 1. a 6. a
2. b 7. a
3. b 8. d
4. b 9. b
5. c 10. d

Bab 4 Evaluasi

- A. 1. d 6. d
2. c 7. c
3. d 8. d
4. a 9. b
5. d 10. d

Bab 5 Evaluasi

- A. 1. c 6. a
2. b 7. b
3. c 8. c
4. d 9. b
5. a 10. c

Bab 6 Evaluasi

- A. 1. d 6. b
2. c 7. c
3. c 8. b
4. c 9. a
5. c 10. d

Bab 7 Evaluasi

- A. 1. b 6. b
2. b 7. b
3. a 8. c
4. a 9. b
5. c 10. a

Bab 8 Evaluasi

- A. 1. d 6. b
2. d 7. c
3. b 8. d
4. a 9. c
5. c 10. a

Bab 9 Evaluasi

- A. 1. c 6. b
2. d 7. d
3. c 8. a
4. a 9. a
5. b 10. a

Bab 10 Evaluasi

- A. 1. c 6. b
2. a 7. d
3. b 8. b
4. d 9. a
5. b 10. c

Bab 11 Evaluasi

- A. 1. c 6. d
2. d 7. a
3. a 8. b
4. d 9. d
5. d 10. b

Bab 12 Evaluasi

- A. 1. b 6. c
2. b 7. d
3. b 8. c
4. a 9. c
5. c 10. c

Bab 13 Evaluasi

- A. 1. a 6. c
2. d 7. a
3. b 8. b
4. b 9. c
5. b 10. c



INDEKS

- A**
- Adaptasi 76
 - Aerponik 124
 - AIDS 36
 - Aki 156
 - Akson 45, 46
 - Albino 8
 - Anus 25
 - Arus listrik 152
 - Asma 17
 - Astigmatisme 61
 - Atom 134
 - Augmentasi 6
- B**
- Badan Malphigi 5
 - Baterai 156
 - Batu ginjal 13
 - Bayi tabung 118
 - bayi tabung 113
 - Bibit unggul 104
 - Bilirubin 11
 - Biliverdin 11
 - Bioteknologi 121
 - Buta warna 60
- C**
- Candidiasis 39
 - Coulomb, Charles 141
- D**
- Daya listrik 191
 - Dendrit 45, 46
 - Dermis 7, 9
 - Dihybrid 103
 - DNA rekombinan 121
 - Dominan 99
- E**
- Efektor 45
 - Ekskresi 3
 - Eksresi 11
 - Elektomagnetik 209
 - Elektroskop 139
 - Endometrium 30, 33
 - Epidermis 7
 - Epididimis 25, 27
 - Esterogen 32
 - Eustachius 62
- F**
- Fenotipe 98, 99
 - Fertilisasi 31, 119
 - Filtranglomerulus 6
 - Fisiologi 76
 - Folikel de Graaf 35
- G**
- Gagal ginjal 14
 - Gamet 99
 - Gen 97
 - Gen resesif 99
 - Genotipe 98, 99
 - Gerak refleks 48
 - Gerak sadar 48
 - Geri Che, DR. W.F. 124
 - Glandula sebaceae 9
 - Glandula sudorifera 9
 - Glomerulus 5
 - GMOs 116
 - Gonore 39
- H**
- Hambatan 165
 - Hambatan geser 173
 - Haploid 97
 - Hati 11
- I**
- Heberlandt, G 113
 - Hemister 51
 - Hepatitis 16
 - Herpes 39
 - Heterozigot 99
 - Hibridisasi 113, 117
 - Hidrofit 79
 - Hidroponik 124
 - Hidung 64
 - Higrofit 79
 - Hipermetropi 59
 - HIV 36
 - Homolog 96
 - Homozigot 99
 - Hukum Coulomb 143
 - Hukum I Khirrrchoff 177
 - Hukum Ohm 166, 167, 176
- J**
- Juling 60
- K**
- Kantong rambut 9
 - Kapsula Bowman 5
 - Kapsula renalis 4
 - Katarak 60
 - Kelenjar keringat 9
 - Kelenjar minyak 9
 - Kelenjar prostat 25, 27
 - Kelenjarpenis 25
 - Klamidia 39
 - Kloning 113, 115



Konduktor 138
Kornea 56
Koroid 56
Korpuskavernosa 25
Kromosom 95
Kulit 7
Kultur jaringan 113

L

Lapisan malpighi 8
Lapisan tanduk 8
Lendir 34
Lidah 66
Listrik statis 135

M

Medan magnet 205
Medulla 5
Mendel 102
Mendel, Gregor Johann 101
Menstruasi 33, 35
Mielin 45
Miometrium 30
Monohibrid 99
Morfologi 76
Mycobacterium tuberculosis
18

N

Nefritis 14
Neurit 46
Neuron 45
Nodus ranvier 46

O

Ohm, George Simon 167
Oogenesis 36
Oogenesis 31
Otak 50
Otosklerosis 64
Ovarium 30
Ovulasi 34

P

Parametrium 30
Paru-paru 12
Pembuluh kapiler 9
Penghantar implus 45
Penis 25, 27
Penyakit kuning 17
Plasenta 33
Ploid 97
Pneumonia 18
Presbikusis 64
Presbiopi 60
Progesterone 32
Psoriasis 15
Pupil 57

R

Rabun jauh 59
Radang ginjal 14
Rahim 29
Rambun senja 60
Rekayasa reproduksi 113
Rektum 25
Reproduksi 25
Reseptor 45
Retina 57
Rhizoma 86

S

Saraf otonom 53
Saraf pusat 50
Saraf somatis 52
Saraf tepi 52
Sekresi 11
Seleksi alam 80
Semikonduktor 138
Serviks 29
Sifilis 39
Sinapsis 47
Sistem saraf 45
Sklera 56

Skrotum 25, 26
Spermatogenesis 36
Spermatogenesis 28
Spermatozoa 27
Steward, F.C. 113
Stolon 86

T

Tegangan jepit 169
Test cross 100, 101
Testis 25
Testosteron 26
Totipotensi 113
Transgenik 116
Tuba fallopi 30
Tuberculosis 18
Tunas 86

U

Umbi 86
Uretra 27
Uterus 29

V

Vagina 29
Vas deferens 25, 26
Vegetatif 85, 116
Vesikel seminalis 25
Vesikula seminalis 27
Volta, Alessandro 155
Vulva 28

W

Willmut, Dr. Ian 115

X

Xerofit 79

Z

Zigot 87





ISBN 979-462-980-4

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2008 Tanggal 10 Juli 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 22.441,-

