

• Nenden Fauziah • Berlian Nurcahya • Naeli Nurlaeli



# Ilmu **Pengetahuan Alam**

Untuk Siswa SMP/MTs Kelas IX

# 3



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

• Nenden Fauziah • Berlian Nurcahya • Naeli Nurlaeli

Ilmu

# Pengetahuan Alam

Untuk Siswa SMP/MTs Kelas IX

# 3



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi oleh Undang-undang

**Ilmu**  
**Pengetahuan Alam**  
Untuk Siswa SMP/MTs Kelas IX

**Penulis**

Nenden Fauziah, Berlian Nurcahya, Naeli Nurlaeli

**Tata Letak**

Prista Rini

**Desain Kover**

Andhika Cakra Permana

**Jenis Huruf & Ukuran Huruf**

Haettenschwiler, Book Antiqua, 11 pt

**Ukuran Buku**

17,6 x 25 cm

507

NEN

i

NENDEN, Fauziah

Ilmu Pengetahuan Alam 3 : untuk SMP/MTs Kelas IX /  
penulis, Nenden Fauziah, Berlian Nurcahya, Naeli Nurlaeli  
. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.  
vii, 148 hlm. ; illus. ; 25 cm

Bibliografi : hlm.145-146

Indeks

ISBN 978-979-068-759-2 (no jld lengkap)

ISBN 978-979-068-767-7

I. Sains-Studi dan Pengajaran      I. Judul  
II. Berlian Nurcahya      III. Naeli Nurlaeli

**Hak Cipta Buku ini telah dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari Penerbit Habsa Jaya Bandung**

**Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009**

**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 2009, 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 9 Tahun 2009 Tanggal 12 Februari 2009.

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

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

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

Jakarta, Juni 2009  
Kepala Pusat Perbukuan

# Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis sampaikan pada Allah SWT, Sang Maha Pelimpah Kasih, Sang Maha Pencurah Sayang, tiada kemampuan dan pengetahuan penulis miliki selain atas izin Sang Maha Mengetahui.

Para siswa sekalian buku kelas IX ini penulis buat dengan harapan dapat membantu proses pembelajaran yang sedang kamu jalani. Penulis berharap buku ini dapat membantu kamu dalam menghadapi mitos bahwa pelajaran sains itu sulit. Sains mempelajari tentang fenomena alam yang terjadi. Penulis juga berharap kamu dapat tertarik dalam mempelajari sains melalui buku ini.

Dalam buku kamu akan mempelajari apa yang terjadi pada tubuh kita, baik menjalankan beberapa fungsi eksresi, reproduksi, koordinasi dan alat indera. Dipelajari juga berbagai upaya makhluk hidup untuk bertahan hidup. Gejala kelistrikan dan magnet serta apa yang terjadi di tatasurya akan kamu pelajari juga pada buku ini.

Penulis bukan orang yang pintar sehingga membuat buku ini. Tekad penulis yang ingin berperan serta membantu kamu belajar mendorong begitu kuat. Penulis punya keyakinan di dunia ini tidak ada orang yang bodoh, yang ada hanya orang yang malas. Harapan penulis semoga buku ini membawa berkah bagi semua pihak, terutama bagi kamu, anak harapan bangsa.

Mari kita bangun bangsa ini dengan mencurahkan segala bakat dan kemampuan kita. Dengan tekad yang kuat, doa dan kerja keras dalam mempelajari segala hal, penulis yakin cita-cita kamu dapat diwujudkan. Selamat belajar!

Januari, 2008

*Penulis*



# Daftar Isi

Kata Sambutan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	v

## Bab 1 Berbagai Sistem dalam



### Kehidupan Manusia ..... 1

1.1 Sistem Eksresi .....	2
1.2 Sistem Reproduksi Manusia .....	6
1.3 Sistem Koordinasi dan Alat Indera pada Manusia .....	10
Refleksi .....	23
Uji Kompetensi .....	23

## Bab 2 Kelangsungan Hidup



### Makhluk Hidup ..... 27

2.1 Adaptasi, Seleksi Alam, dan Perkembangbiakan .....	28
2.2 Materi-materi Genetis dalam Pewarisan Sifat .....	33
2.3 Teori Pewarisan Sifat .....	35
2.4 Bioteknologi .....	39
Refleksi .....	43
Uji Kompetensi .....	43

## Bab 3 Listrik ..... 47



3.1 Listrik Statis .....	48
3.2 Listrik Dinamis .....	52
3.3 Sumber Arus Listrik .....	61
3.4 Energi dan Daya Listrik .....	69
Refleksi .....	77
Uji Kompetensi .....	77

**Bab 4 Magnet ..... 81**

- 4.1 Gejala Kemagnetan dan Cara  
Membuat Magnet ..... 82
- 4.2 Pemanfaatan Kemagnetan dalam  
Produk Teknologi ..... 87
- 4.3 Induksi Elektromagnetik dan Kerja Alat ..... 92
- Refleksi ..... 98
- Uji Kompetensi ..... 98

**Bab 5 Tata Surya ..... 103**

- 5.1 Sistem Tata Surya ..... 104
- 5.2 Matahari sebagai Bintang ..... 107
- 5.3 Interaksi Matahari, Bumi, Bulan, dan  
Satelit Buatan ..... 113
- 5.4 Litosfer dan Atmosfer Bumi ..... 121
- 5.5 Masalah Lingkungan dan Kesehatan  
Berkaitan dengan Proses dalam Litosfer  
dan Atmosfer ..... 124
- Refleksi ..... 132
- Uji Kompetensi ..... 132

**Kunci Jawaban Uji Kompetensi ..... 135****Glosarium ..... 136****Indeks ..... 138****Lampiran ..... 142****Tabel Periodik ..... 144****Daftar Pustaka ..... 145**



Fenomena alam yang terjadi pada tubuh dan lingkungan sekitar kita amatlah menakjubkan. Bagaimana tubuh kita mengeluarkan zat - zat yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh? Bagaimana makhluk hidup dapat melestarikan spesiesnya di atas bumi ini sehingga terhindar dari kepunahan? Mengapa dapat timbul aliran listrik? Mengapa benda dapat memiliki sifat magnet? Bagaimanakah sistem tata surya kita? Semua pertanyaan di atas akan dibahas pada buku yang sedang kamu pegang ini.





## Bab 1



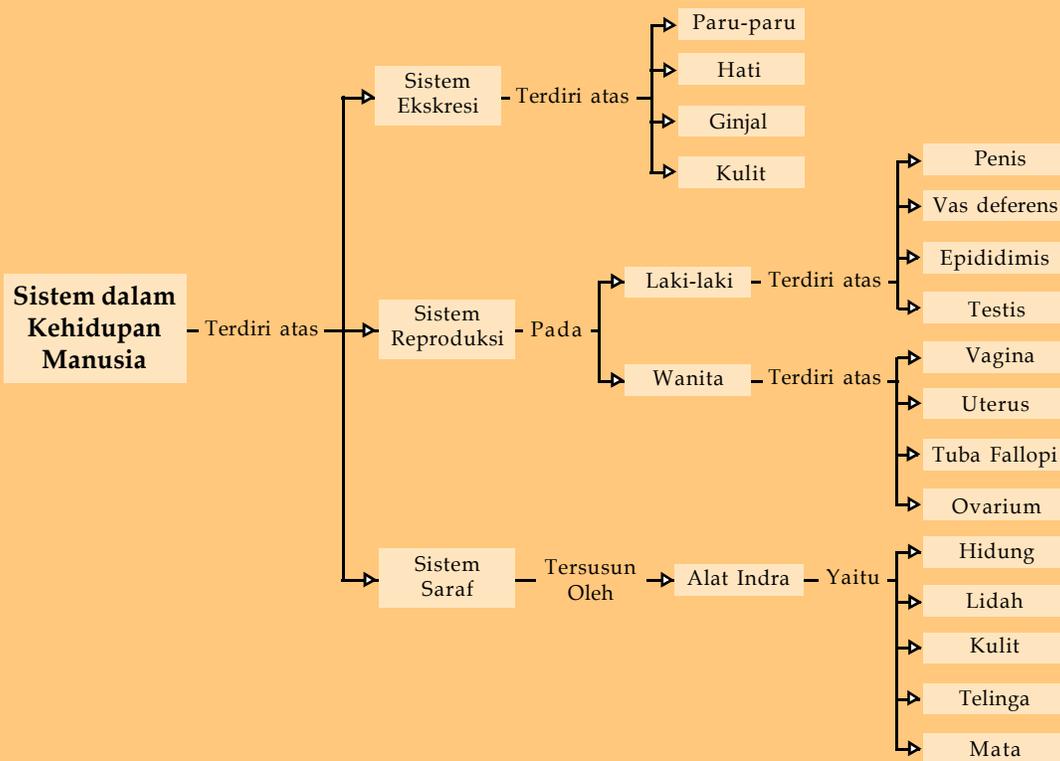
# Berbagai Sistem dalam Kehidupan Manusia

## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan;
- mendeskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia;
- mendeskripsikan sistem koordinasi dan alat indera pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

## Peta Konsep



Pada bab ini kita akan membahas tentang sistem pengeluaran, sistem reproduksi, sistem koordinasi dan alat indera pada manusia. Gangguan pada sistem dalam tubuh kita dapat membuat kita sakit bahkan sampai meninggal dunia

## 1.1 Sistem Ekskresi Manusia

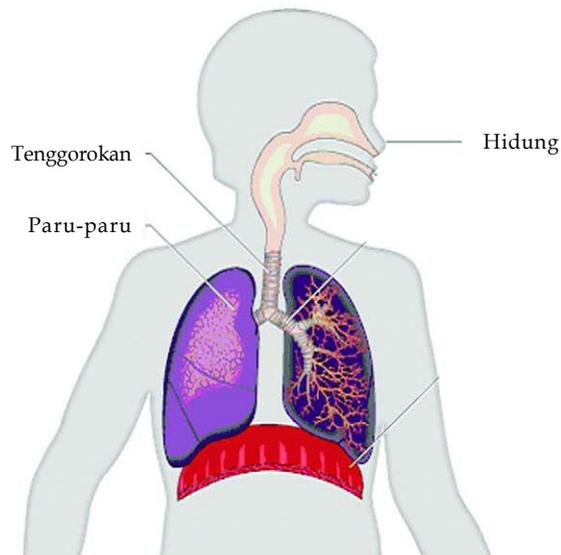
Sistem ekskresi merupakan sistem dalam tubuh kita yang berfungsi mengeluarkan zat-zat yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh dan zat yang keberadaannya dalam tubuh akan mengganggu tubuh kita.

### A. Organ Sistem Ekskresi

Alat-alat ekskresi pada manusia meliputi organ-organ atau bagian tubuh tertentu, yaitu paru-paru, hati, ginjal dan kulit.

#### 1. Paru-paru

Paru-paru sebagai organ untuk bernapas mengeluarkan zat sisa pernapasan berupa  $\text{CO}_2$  dan uap air. Zat-zat ini berasal dari jaringan tubuh yang dibawa oleh darah dan dikeluarkan oleh paru-paru.



Gambar 1.1 paru-paru

Sumber: Encarta, 2008

#### 2. Hati

Hati merupakan organ tubuh yang berbentuk dua bongkahan berwarna merah dan terletak di rongga perut sebelah kanan. Hati mampu merombak protein dan zat sisa seperti ureum. Dalam hati terjadi perombakan sel darah merah. Zat besi (Fe), dan globin (Sejenis protein). Zat besi dan globin

dipergunakan lagi dalam pembentukan sel darah merah baru, sedangkan Hemin akan diubah menjadi zat warna empedu (bilirubin dan biliverdin) dan kemudian dibuang bersama urin.

Empedu yang dihasilkan hati tersusun atas air, garam-garam mineral, urea, bilirubin disalurkan ke dalam kantung empedu dan kemudian akan masuk ke dalam usus halus. Cairan empedu yang dimanfaatkan di usus adalah garam-garam empedu (berwarna kuning kehijauan), akan dikeluarkan bersama-sama feses dan urin.

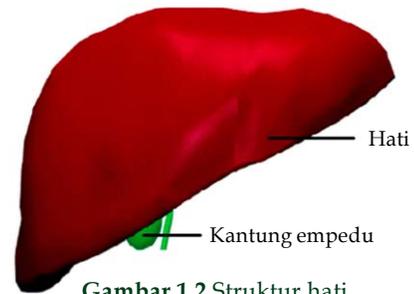
### 3. Ginjal

Ginjal manusia merupakan organ yang jumlahnya sepasang. Letak ginjal di dalam rongga perut ke arah bagian belakang. Kedudukan ginjal sebelah kiri lebih tinggi sedikit daripada ginjal kanan. Dari ginjal keluar sepasang saluran yang disebut ureter, yaitu saluran yang berisi urin dari ginjal. Ureter akan menuju ke kandung kemih. Dari kandung kemih, urin disalurkan keluar melalui saluran yang disebut uretra.

Ginjal manusia berbentuk seperti kacang merah. Jika dibelah secara membujur, ginjal terdiri atas tiga lapisan, yakni korteks (kulit ginjal), medula (sumsum ginjal, dan pelvis (rongga ginjal). Perhatikan Gambar 1.4.

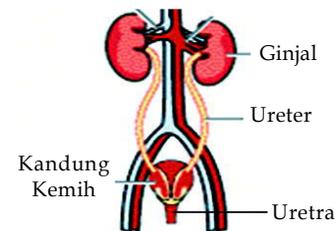
Pada dasarnya, ginjal terdiri atas ribuan saringan kecil yang disebut nefron. Suatu nefron terdiri atas kapsula Bowman, tubulus proksimal, tubulus distal, dan lengkung Henle. Di dalam kapsula Bowman terdapat glomerulus. Pembentukan urine atau air seni akan melewati bagian-bagian tersebut. Pembentukan urine terjadi melalui tiga tahap, yakni filtrasi (penyaringan), reabsorpsi (penyerapan kembali), dan sekresi (pengeluaran).

Setiap saat, ginjal senantiasa menyaring darah sehingga selalu terbentuk urine. Pada glomerulus, darah akan disaring dan dihasilkan air serta bahan terlarut lainnya (filtrasi). Hasil penyaringan tersebut akan mengalir melalui tubulus proksimal, lengkung Henle, dan tubulus distal. Pada tempat tersebut, terjadi penyerapan kembali bahan-bahan yang



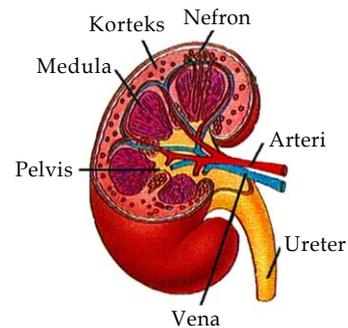
**Gambar 1.2** Struktur hati

Sumber: Encarta, 2008



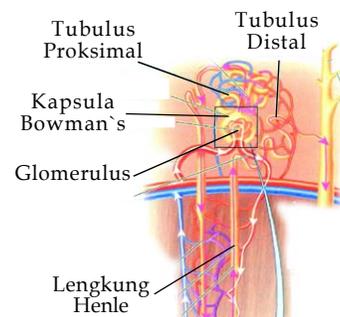
**Gambar 1.3** Kandung Kemih, Ginjal, Ureter, dan Uretra

Sumber: Encarta, 2008



**Gambar 1.4** Ginjal pada manusia

Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>



**Gambar 1.5** Badan Malpighi

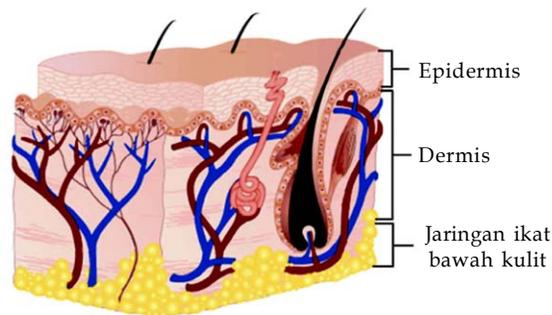
Sumber: Encarta, 2008

masih diperlukan tubuh (reabsorpsi). Selain itu, terjadi juga pengeluaran bahan-bahan yang tidak diperlukan tubuh (sekresi) sehingga terbentuklah urine. Selanjutnya, urine akan mengalir menuju pelvis, ureter, kandung kemih, uretra, dan dikeluarkan dari tubuh.

Urine dari rongga ginjal, menuju ke kandung kemih melalui ureter. Saat kandung kemih penuh maka dindingnya menjadi tegang. Hal ini akan merangsang kita untuk membuang urine. Saat dinding kandung kemih tegang, dinding saluran urin (uretra) berelaksasi. Pengeluaran urin sesuai kehendak kita, yaitu dengan memerintahkan otot spinkter di ujung uretra untuk berkontraksi atau berelaksasi. Bila diperintahkan untuk kontraksi maka urin akan tertahan. Sebaliknya, bila relaksasi urin akan dikeluarkan.

#### 4. Kulit

Kulit mempunyai fungsi utama sebagai pelindung tubuh. Kulit melindungi tubuh dari perubahan lingkungan, sinar yang membakar tubuh, kuman penyakit, dan zat-zat kimia. Kulit pun dapat berfungsi sebagai alat ekskresi. Struktur kulit terdiri atas lapisan epidermis dan dermis.



Gambar 1.6 Struktur kulit

Sumber: Biology, 2008

Epidermis bagian terluar biasanya merupakan bagian yang tersusun dari sel-sel mati sehingga mudah mengelupas. Pergantian lapisan epidermis dilakukan oleh lapisan sel-sel hidup, yang disebut *lapisan Malphigi*. Warna kulit seseorang ditentukan oleh pigmen yang terkandung di dalam sel-sel lapisan Malphigi. Sel-sel ini disuplai makanan dan oksigen oleh pembuluh kapiler yang ada di bawahnya.

Dermis atau kulit jangat merupakan lapisan kulit tempat terdapatnya akar rambut, kelenjar minyak, saraf, pembuluh darah, jaringan lemak dan kelenjar keringat. Bagian pangkal akar rambut berupa kantong yang disebut folikel rambut. Pada akar rambut, menempel otot polos. Otot polos ini saat berkontraksi akan membuat rambut menjadi tegak. Pada folikel terdapat papilla rambut, yaitu jaringan yang selalu membelah dan membuat rambut semakin panjang terutama pada rambut yang tumbuh di kepala. Pada rambut terdapat pigmen yang memberikan warna kepada rambut.

Kelenjar minyak pada kulit berfungsi untuk meminyaki rambut dan permukaan kulit sehingga terjaga dari pengaruh suhu yang tinggi atau keadaan kekeringan dari lingkungan. Saraf pada kulit berfungsi sebagai organ reseptor dari rangsang panas, dingin, tekanan, dan rasa sakit. Pembuluh darah dalam kulit penting untuk menyuplai makanan dan oksigen pada jaringan yang ada dalam dermis.

Jaringan lemak berfungsi sebagai isolator tubuh, sehingga orang yang mempunyai lapisan lemak tebal di bawah kulitnya lebih tahan terhadap cuaca dingin. Kelenjar keringat berbentuk seperti saluran yang bergulung tak teratur dengan kapiler-kapiler darah. Kelenjar keringat menyerap air dan garam-garam dari kapiler darah. Penyerapan ini berlangsung lebih banyak apabila pembuluh kapiler melebar. Melebarnya pembuluh kapiler bisa diakibatkan oleh suhu badan lebih tinggi dari lingkungan.

### Percobaan 1.1

### Pengeluaran Zat Sisa melalui Kulit

**Tujuan percobaan:** siswa mengetahui zat sisa yang dikeluarkan melalui kulit

**Alat dan Bahan:** 3 lembar kertas kobalt masing-masing diberi tanda a, b, dan c; air tawar; dan air garam.

#### Langkah Percobaan:

1. Tempelkan kertas kobalt a pada bagian tubuh yang berkeringat!
2. Celupkan kertas kobalt b pada air tawar!
3. Celupkan kertas kobalt c pada air garam!
4. Bandingkan warna ketiga kertas tersebut!
5. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaanmu!

## B. Gangguan pada Sistem Ekskresi

Apabila terjadi penyumbatan saluran kantung empedu, cairan empedu akan masuk ke peredaran darah, sehingga darah akan berwarna kekuning-kuningan (sakit kuning). Sebaliknya, feses berwarna coklat abu-abu (bukan kuning). Penyakit pada hati ini disebut *hepatitis*. Penyakit ini ada yang disebabkan oleh virus dan ada pula yang disebabkan oleh beban kelenjar hati yang terlalu berat.

Air dan garam-garam mineral akan dikeluarkan melalui pori-pori kelenjar keringat. Pengeluaran keringat yang berlebihan akan menyebabkan "lapar garam". Kurangnya kadar garam dalam darah akan menyebabkan kekejang dan pingsan.

Kegiatan kelenjar keringat dipengaruhi oleh pengatur suhu tubuh yang berada di dalam otak (hipotalamus). Dalam keadaan suhu tubuh yang lebih tinggi (akibat aktivitas tubuh yang tinggi, misalnya olahraga atau sakit panas), maka banyak keringat yang keluar. Keringat di permukaan tubuh akan menguap dengan mengambil panas tubuh. Dengan demikian, suhu tubuh akan kembali dingin (normal). Keluarnya air menyebabkan tubuh kekurangan air dan otak memberi tanda / sinyal rasa haus pada tubuh.

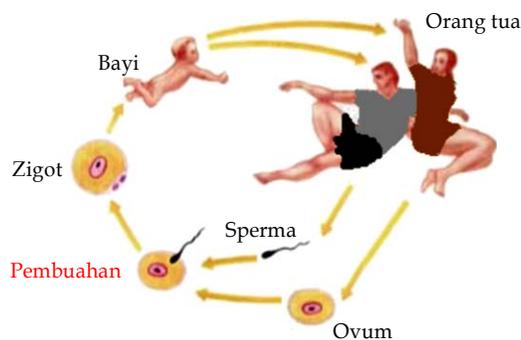
Urin seseorang dapat mengandung gula yang disebabkan faktor tertentu sehingga dikatakan menderita diabetes mellitus atau sakit gula atau kencing manis. Dalam sehari kita sebaiknya minum minimal 8 gelas air untuk membantu proses penyaringan oleh ginjal. Kekurangan air dapat menyebabkan pengendapan zat sisa di dalam ginjal atau kandung kemih yang dapat membentuk batu ginjal.

### Latihan 1.1

1. Kemukakan fungsi sistem ekskresi yang dimiliki oleh tubuh manusia!
2. Bagaimana kerja paru-paru dalam melakukan fungsi ekskresi
3. Bagaimana proses perombakan darah yang dilakukan oleh hati?
5. Gangguan apa yang dapat dialami berkaitan dengan dengan sistem ekskresi?

## 1.2 Sistem Reproduksi Manusia

Makhluk hidup memiliki ciri di antaranya dapat berkembang biak, begitu juga dengan manusia. Manusia hanya mengalami reproduksi secara kawin (seksual/generatif). Laki-laki dan perempuan memiliki sistem reproduksi yang berbeda sesuai dengan fungsinya. Proses reproduksi pada manusia membutuhkan sperma dan ovum. Sperma merupakan sel kelamin manusia yang dihasilkan oleh laki-laki. Adapun Ovum merupakan sel kelamin manusia yang dihasilkan oleh perempuan.



**Gambar 1.7** Manusia bereproduksi secara kawin

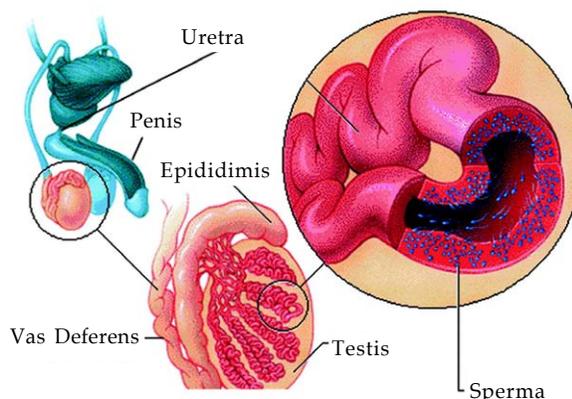
Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

## A. Organ Reproduksi pada Laki-laki

Organ reproduksi laki-laki terdiri atas testis, saluran pengeluaran, dan penis. Testis berfungsi sebagai penghasil sperma. Proses pembentukan sperma disebut spermatogenesis. Testis berjumlah sepasang dan terletak pada kantong yang disebut skrotum.

Saluran pengeluaran terdiri atas epididimis, vas deferens, dan uretra. Epididimis merupakan saluran yang berkelak-kelok, tempat pematangan dan penyimpanan sementara sperma. Dari epididimis, sperma mengalir menuju penis melalui vas deferens dan uretra.

Penis merupakan alat kelamin luar pada laki-laki. Penis berfungsi untuk memasukkan sperma pada saluran kelamin wanita. Penis juga merupakan muara dari saluran kencing.

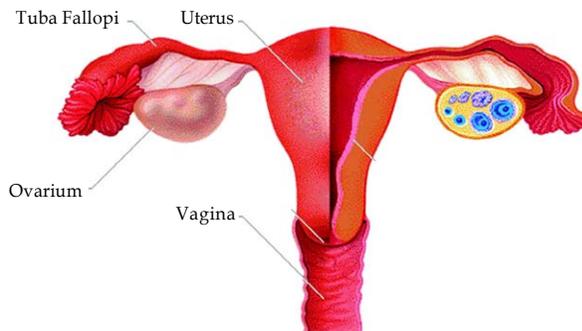


**Gambar 1.8** Organ reproduksi laki-laki

Sumber: Encarta, 2008

## B. Organ reproduksi pada Perempuan

Organ reproduksi pada wanita terdiri atas ovarium, tuba Fallopi, uterus dan vagina. Ovarium terletak di bawah perut, dan berfungsi sebagai tempat produksi ovum (Sel Telur). Tuba Fallopi (saluran telur atau oviduk) berbentuk seperti pipa dan ujungnya berbentuk corong dengan rumbai-rumbai. Rumbai ini berfungsi untuk menangkap ovum yang dilepaskan ovarium. Uterus atau rahim merupakan tempat tumbuh dan berkembangnya janin. Vagina merupakan tempat keluarnya bayi saat dilahirkan.

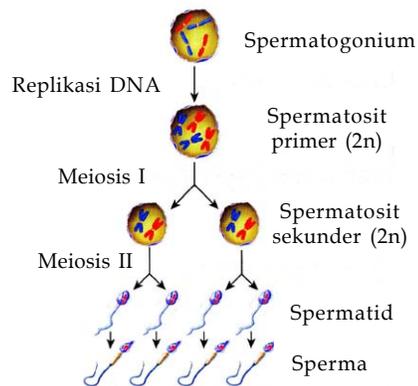


**Gambar 1.9** Organ reproduksi wanita

Sumber: Encarta, 2008

## C. Proses Reproduksi Manusia

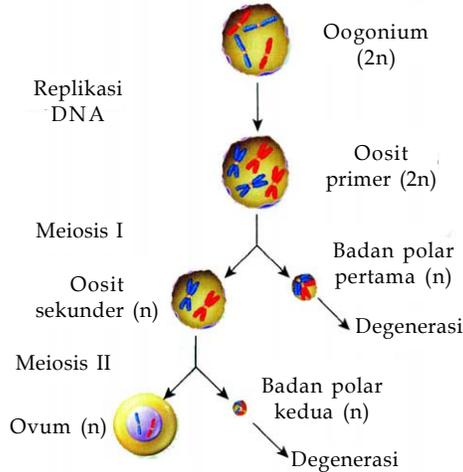
Proses reproduksi pada manusia diawali dengan pembentukan sel kelamin pada laki-laki dan perempuan. Pembentukan sel kelamin pada laki-laki (sperma) disebut spermatogenesis. Spermatogenesis terjadi pada testis. Pada testis terdapat sel induk sperma (spermatogonia) yang secara berurutan akan membelah menjadi spermatosit primer, spermatosit sekunder, spermatid, dan terbentuklah sperma. Seorang laki-



**Gambar 1.10** spermatogenesis

Sumber: Biology, 2008

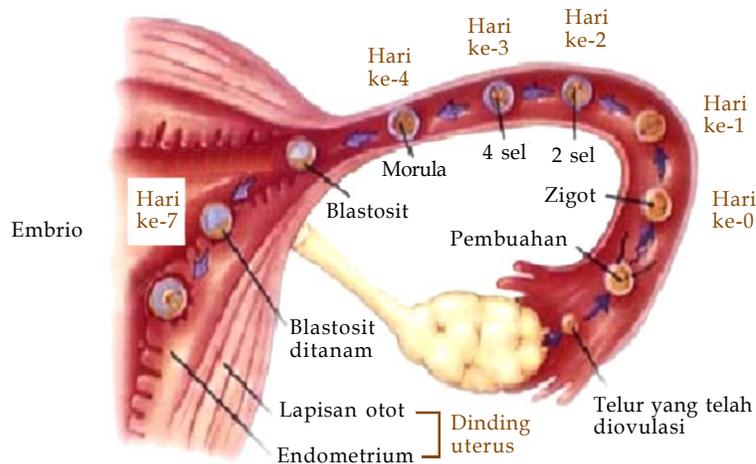
laki dapat menghasilkan sperma sepanjang hidupnya selama dia sehat. Setiap hari, sperma yang dihasilkan sekitar 300 juta, namun hanya satu sperma saja yang dapat membuahi ovum.



**Gambar 1.11** Oogenesis  
 Sumber: *Biology, 2008*

Pembentukan sel kelamin (sel telur/ ovum) pada perempuan disebut oogenesis. Oogenesis terjadi pada ovarium. Pada ovarium terdapat sel induk ovum (oogonium) yang secara berurutan akan membelah menjadi oosit primer, oosit sekunder, ootid, dan terbentuklah ovum. Ovum yang siap dibuahi akan keluar dari ovarium. Peristiwa pelepasan ovum dari ovarium disebut ovulasi. Saat ovum tidak dibuahi, ovum akan mati dan terjadi menstruasi. Siklus menstruasi pada perempuan umumnya memiliki jarak 28 hari. Pembentukan ovum pada wanita terjadi pada umur antara sekitar 13 sampai 45 tahun.

Proses kehamilan akan terjadi jika ovum dibuahi oleh sperma. Peristiwa pembuahan ovum oleh sperma disebut fertilisasi. Fertilisasi terjadi pada tuba Fallopi. Sel telur yang telah dibuahi disebut zigot. Zigot bergerak menuju rahim. Dalam perjalanannya menuju rahim, zigot membelah berulang kali membentuk embrio. Selanjutnya, embrio akan menempel pada dinding rahim. Embrio akan tumbuh dan berkembang di dalam rahim membentuk janin. Janin akan keluar sebagai bayi setelah sekitar 9 bulan berada di dalam rahim.



**Gambar 1.12** Perjalanan sel telur setelah dibuahi  
 Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

## Tugas

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk menanggulangi pesatnya pertumbuhan penduduk. Salah satunya melalui program Keluarga Berencana (KB). Melalui KB dikenal alat kontrasepsi. Untuk itu carilah informasi dan buatlah laporan tentang alat kontrasepsi. Kamu dapat mencari informasi tersebut dari buku referensi, surat kabar, maupun internet.

### D. Penyakit pada Sistem Reproduksi

Penyakit pada sistem reproduksi biasa disebabkan oleh jamur, bakteri atau virus. Bakteri dapat menyebabkan beberapa gangguan pada organ reproduksi terutama organ reproduksi pada wanita. Keputihan dengan warna hijau dan bau merupakan salah satu gangguan yang disebabkan oleh bakteri. Bakteri juga dapat menyebabkan gangguan lebih lanjut berupa kista bahkan hingga menimbulkan kanker rahim.

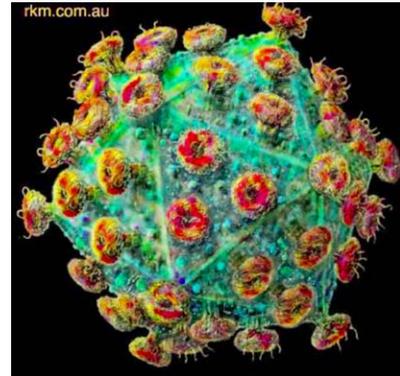
Namun pada umumnya penyakit kelamin yang mematikan disebabkan oleh sikap hidup manusia seperti seks bebas dan penggunaan narkoba dengan jarum suntik. Penyakit tersebut antara lain adalah HIV, sipilis dan gonorrhoe.

Virus yang sampai saat ini sangat ditakuti dan meyebar melalui alat reproduksi adalah virus HIV (*Human Immunodeficiency Virus*). Virus ini merupakan virus yang menyebabkan hilangnya sistem kekebalan tubuh. Kerusakan yang disebabkan virus HIV akan menimbulkan penyakit AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*).

Sipilis merupakan penyakit kelamin yang sangat ganas, sehingga sering disebut dengan penyakit raja singa. Sipilis disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*. Sipilis biasanya menyebar melalui hubungan intim, melalui luka atau selaput lendir. Penyakit ini ditunjukkan dengan penurunan berat badan, sakit kepala, demam, kelainan pada kulit yang menular, kelainan pada mata, hati, tulang, saraf, dan getah bening.

Walaupun penyakit ini sangat ganas dan menyerang hampir semua alat tubuh, namun masih dapat diobati. Pengobatan sipilis dilakukan dengan pemberian antibiotik penisilin. Jika tidak diobati penyakit ini akan menyebabkan kematian.

Gonorrhoe merupakan penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Gejala penyakit ini ditunjukkan dengan munculnya nanah dari alat kelamin. Pengobatan penyakit gonorrhoe dapat dilakukan dengan pemberian antibiotik seperti penisilin, tetrasiklin atau kanamisin.



Gambar 1.13 HIV

Sumber: rkm.com.au

### Latihan 1.2

1. Apa saja organ reproduksi laki-laki dan apa fungsinya?
2. Apa saja organ reproduksi wanita? Sebutkan pula berikut fungsinya!
3. Bagaimana terjadinya proses pembuahan pada sel telur? Jelaskan!
4. Apa saja penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri? Jelaskan berikut gejala dan cara penyembuhannya!
5. Apa yang kamu ketahui tentang HIV? Bagaimana cara mencegah penularan penyakit ini?

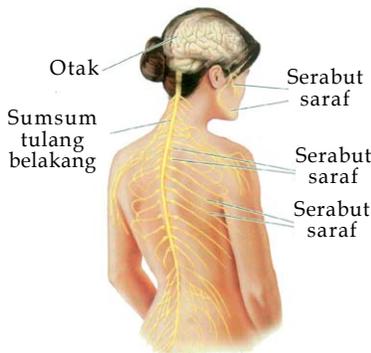
## 1.3 Sistem Koordinasi dan Alat Indra pada Manusia

Aktivitas manusia, seperti berjalan, melihat dengan mata, mencium bau dengan hidung, mendengarkan musik dengan telinga, merasakan nikmatnya makanan dengan lidah dan segala aktivitas lainnya dapat dilakukan dan berjalan dengan baik karena adanya koordinasi dari sistem saraf. Pengelolannya biasa dilakukan bersama sistem hormon. Selain itu, sistem saraf bertanggung jawab atas daya pikir, tingkah laku, dan perasaan.

Sistem saraf menjaga tubuh agar dapat berhubungan dengan lingkungan. Lingkungan beserta perubahannya menjadi rangsangan terhadap kerja otak beserta sistem saraf. Rangsangan bisa berasal dari luar, misalnya, cahaya, gelombang suara, panas, dingin, rasa asin, manis, pahit, dan zat kimia (rangsang bau). Semua itu disebut rangsang luar. Rangsang dalam, yaitu rangsangan yang datang dari dalam tubuh, misalnya rasa lapar, haus, dan lelah. Rangsang diterima oleh alat tubuh yang disebut reseptor. Rangsang luar diterima oleh reseptor luar, seperti alat-alat indra.

### A. Susunan Sistem Saraf Manusia

Sistem saraf pada manusia dibentuk oleh otak, sumsum tulang belakang, dan serabut-serabut (urat) saraf yang menjulur dari otak dan sumsum tulang belakang. Perhatikan Gambar 1.14.

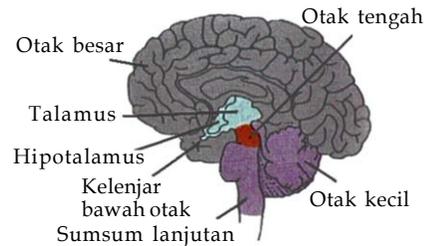


**Gambar 1.14** Sistem saraf manusia  
Sumber: *Biology*, 2008

## 1. Otak

Otak terdapat di dalam rongga tulang tengkorak, dibungkus oleh selaput yang disebut *meninges*. Otak terdiri atas empat bagian utama, yaitu otak besar, otak tengah, otak kecil, dan sumsum lanjutan.

Pada otak tengah terdapat *kelenjar hipofisis* (kelenjar endokrin utama yang biasa disebut "*master of gland*") yang berfungsi menghasilkan hormon, *talamus*, dan *hipotalamus* berfungsi sebagai pusat (penerus pancaran) informasi saraf sensorik dan diteruskan ke bagian otak sebelah atas. *Hipotalamus*, terletak di bawah *talamus*, merupakan pusat pengatur gerak otonom, untuk mengatur keseimbangan cairan tubuh, suhu tubuh, dan selera makan. *Hipotalamus* juga merupakan pusat emosi (marah, kesal, keinginan).



**Gambar 1.15** Bagian-bagian otak manusia

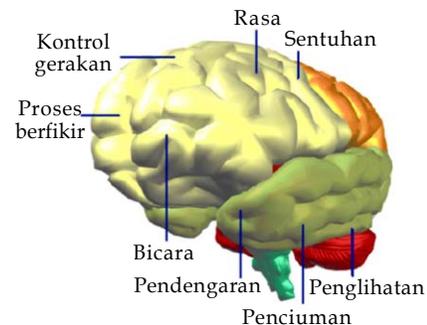
Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

Otak kecil terletak di bagian bawah bagian belakang yang merupakan pusat keseimbangan gerak otot. Otak kecil bukan merupakan pusat dari awal pergerakan, melainkan sebagai pusat pengoreksi atau pengontrol gerakan-gerakan yang sudah dipicu oleh pusat otak yang lain.

Sumsum lanjutan atau *medulla oblongata* adalah bagian yang menghubungkan otak dengan sumsum tulang belakang. Terletak di bagian sebelah bawah otak tengah. *Medulla oblongata* merupakan pusat pernapasan, denyut jantung, pelebaran, dan penyempitan pembuluh darah. Bila bagian ini rusak, akan mengakibatkan hal yang sangat fatal.

Permukaan otak besar berlekuk-lekuk ke dalam. Otak besar merupakan pusat pendengaran, penglihatan, gerak, kecerdasan, ingatan, kesadaran, dan kemauan. Bagian luarnya kelabu, bagian dalamnya putih. Otak besar terdiri atas belahan kiri-kanan, yang keduanya dipisahkan oleh lekukan yang dalam. Pada bagian sebelah dalamnya, kedua belahan ini dihubungkan oleh korpus kallosum.

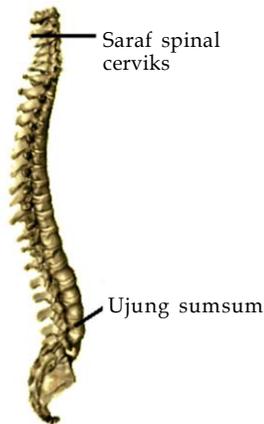
Belahan kiri otak mengatur badan bagian kanan, sedangkan belahan kanan otak mengatur bagian kiri badan. Misalnya, jika terjadi kerusakan pada pusat gerak yang ada di kiri otak, maka akan terjadi kelumpuhan pada bagian tubuh sebelah kanan, dan sebaliknya.



**Gambar 1.16** Fungsi bagian-bagian otak besar manusia.

Sumber: G.Blider CD

## 2. Sumsum tulang belakang



Gambar 1.17 Tulang belakang

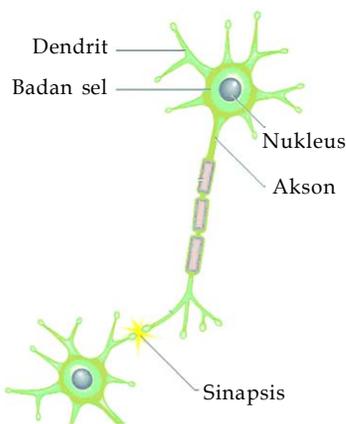
Sumber: G.Blider CD

Sumsum tulang belakang dibentuk oleh jaringan saraf. Bentuknya berupa silinder panjang dan merupakan kelanjutan dari otak. Panjang rata-ratanya adalah  $\pm 42$  cm pada wanita dewasa dan  $\pm 45$  cm pada laki-laki dewasa.

Sumsum tulang belakang berada di dalam ruas-ruas tulang belakang. Sama halnya dengan otak, sumsum tulang belakang dibungkus oleh selaput pelindung yang bernama meninges.

Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai penghubung rangsang dari dan ke otak dan memberi kemungkinan jalan terpendek pada gerak refleks. Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai pusat gerak refleks.

## 3. Serabut saraf



Gambar 1.18 Struktur sel saraf

Sumber: G.Blider CD

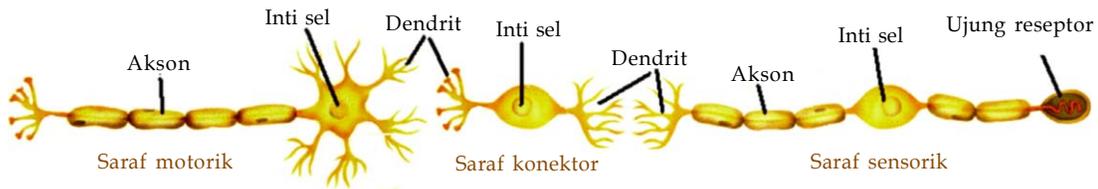
Sel saraf atau neuron merupakan unit fungsional pada sistem saraf. Sel saraf membentuk bundelan-bundelan yang biasa disebut serabut saraf. Dari otak keluar serabut saraf sebanyak 12 pasang yang disebut saraf kranial. Dari sumsum tulang belakang keluar serabut saraf yang disebut saraf spinal. Sumsum tulang belakang memiliki 31 pasang saraf spinal kiri dan kanan. Saraf kranial dan saraf spinal membentuk saraf tepi.

Bentuk sel saraf yang terdapat pada tubuh bermacam-macam, bergantung dari tempat dan fungsinya. Secara umum, bagian-bagian dari sebuah sel saraf adalah sebagai berikut (Gambar 1.18).

Dendrit adalah juluran-juluran sitoplasma yang berasal dari badan sel. Jumlah juluran ini banyak, pendek, dan bercabang-cabang. Dendrit berfungsi menerima dan membawa rangsangan (impuls) ke badan sel.

Neurit atau akson adalah juluran sitoplasma yang berasal dari badan sel. Jumlahnya hanya satu dan sangat panjang. Fungsi neurit adalah untuk menghantarkan rangsangan dari badan sel saraf ke sel saraf lainnya.

Berdasarkan fungsinya sel saraf dibagi menjadi sel saraf sensorik, sel saraf motorik dan, sel saraf konektor. Lihat Gambar 1.19 berikut!



**Gambar 1.19** macam-macam sel saraf (neuron) berdasarkan fungsinya

Sumber: G.Blider CD dengan penyesuaian seperlunya

Sel saraf sensorik adalah sel saraf yang menghubungkan reseptor dengan pusat saraf (otak dan sumsum tulang belakang). Sel saraf motorik berfungsi menghantarkan respons dari pusat saraf ke organ. Adapun sel saraf konektor berfungsi menghubungkan sel saraf motorik dan sensorik. Sel saraf konektor dalam otak dan sumsum tulang belakang disebut juga sebagai sel saraf ajutor.

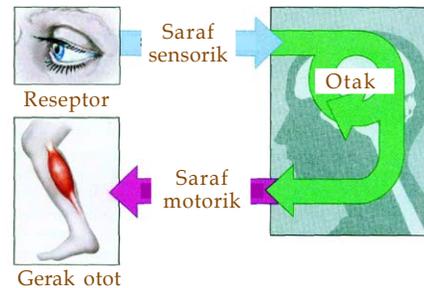
Sel-sel saraf dalam serabut saraf sambung menyambung, dengan akson bertemu dendrit dari sel saraf lain pada suatu daerah pertemuan yang disebut *sinapsis*. Rangsang dari badan sel akan diteruskan ke akson, melompati sinapsis ke dendrit sel saraf berikutnya, demikian seterusnya.

## B. Sistem Saraf dan Gerak Manusia

Aktivitas yang dilakukan oleh tubuh manusia dapat berupa aktivitas yang disadari atau tidak disadari. Gerak biasa merupakan gerak yang terjadi di bawah kesadaran kita. Gerak biasa terjadi karena perintah otak.

Bila kita berjalan menaiki tangga, maka otak kita akan menyuruh otot kaki untuk mengangkat kaki. Proses jalannya rangsang pada gerak biasa dapat disederhanakan sebagai berikut. Rangsang → reseptor → saraf sensorik → saraf penghubung → otak → saraf penghubung → saraf motorik → otot → gerak.

Banyak kegiatan-kegiatan dalam tubuh yang tidak disadari keberadaannya. Misalnya, di dalam tubuh berlangsung proses pemompaan darah oleh jantung. Darah dalam pembuluh darah selalu mengalir. Bila suatu bagian tubuh memerlukan darah lebih banyak maka pembuluh-pembuluh darah ke daerah tersebut akan mengalami pelebaran. Sebaliknya, bila suatu bagian tubuh kurang memerlukan darah maka pembuluh darah ke daerah tersebut mengalami penyempitan.



**Gambar 1.20** Gerak biasa

Sumber: G Blider CD

Bila tangan kita tertusuk jarum, maka kita akan reflek menarik tangan kita. Gerak seperti itu disebut gerak refleks. Gerak refleks adalah gerakan yang tak disadari atau yang baru disadari setelah gerak itu terjadi. Pada gerak refleks, rangsang yang datang dari reseptor tidak seluruhnya sampai ke otak untuk diolah. Proses jalannya rangsang pada gerak refleks dapat

disederhanakan sebagai berikut : Rangsang → reseptor → saraf sensorik → saraf penghubung → sumsum tulang belakang → saraf penghubung → saraf motorik → otot → gerak.

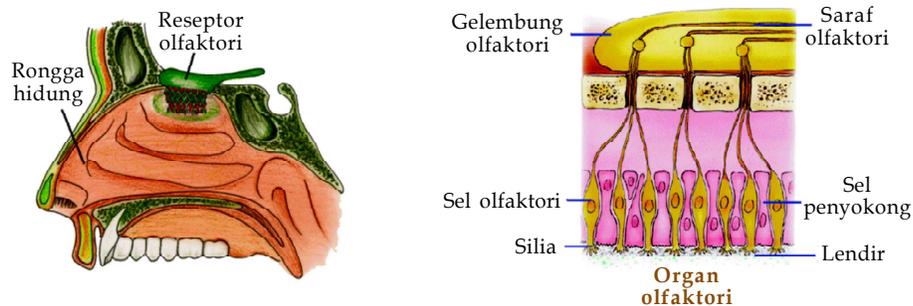
Jalan pendek yang ditempuh oleh rangsang sehingga menimbulkan gerak refleks disebut *lengkung refleks*. Jenis refleks bergantung pada saraf penghubungnya apakah ada di sumsum tulang belakang atau ada di otak. Apabila refleksnya hanya melibatkan sumsum tulang belakang, maka disebut refleks cerebellar.

### C. Alat Indra Manusia

Manusia dapat menanggapi berbagai jenis rangsang yang ada di lingkungan dengan adanya alat indra. Hidung dan lidah menanggapi rangsang terhadap bau dan rasa zat kimia. Kulit dan telinga menanggapi rangsang berupa tekanan, tegangan suara, dan gaya berat. Adapun rangsang cahaya ditanggapi oleh mata.

#### 1. Hidung (Indra Pembau)

Alat penerima rangsang bau terletak jauh di dalam rongga hidung. Terdiri atas sel-sel saraf pembau yang tersusun berjajar. Pada bagian ujung saraf pembau terdapat rambut-rambut halus (*silia*) sebagai badan sel sarafnya, sedangkan aksonnya membentuk bundelan saraf menuju ke otak. Perhatikan Gambar 1.21.



Gambar 1.21 (a) hidung dan bagiannya (b) organ olfaktori

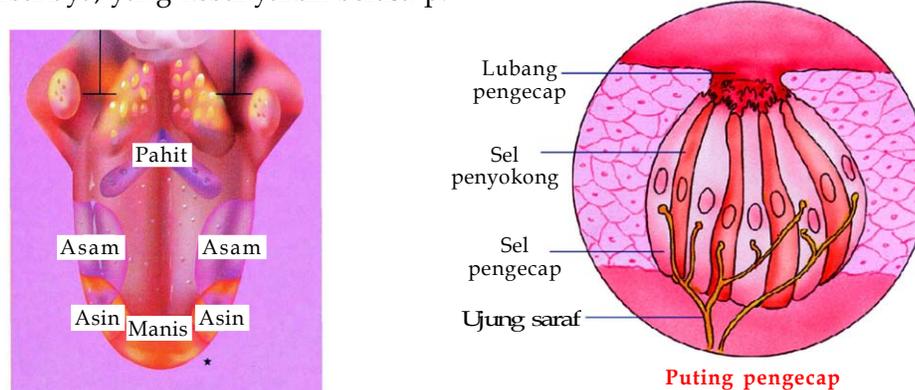
Sumber: G.Blider CD

Sel-sel saraf pembau yang terdapat di dalam hidung manusia berjumlah kurang lebih 200.000 sel. Pada permukaan terdapat lapisan yang selalu berlendir. Hal ini penting sebagai pelembap rongga hidung. Dengan adanya pelembap maka zat-zat kimia yang masuk dapat dilarutkan sehingga sel saraf pembau dapat mendeteksi baunya.

Hidung sebagai indra pembau turut membantu kita merasakan makanan sewaktu kita makan. Bau yang keluar dari makanan masuk melalui rongga mulut kemudian ke rongga hidung. Oleh karena itu, apabila kita sedang pilek, nafsu makan pun menjadi berkurang.

## 2. Lidah (Indra Pengecap)

Pada lidah terdapat indra pengecap yang terdiri atas puting-puting pengecap. Manusia dapat membedakan empat rasa dasar, yaitu rasa manis, asam, pahit, dan asin. Keempat macam rasa ini diterima oleh puting-puting pengecap yang berbeda penyebaran dan bentuknya. Puting pengecap untuk rasa manis terdapat di ujung lidah, pahit pada pangkal lidah, asin dan asam di pinggir (di bagian tepi) lidah. Pengecap untuk rasa pahit merupakan pengecap yang paling sensitif. Hal ini sehubungan dengan daya penjagaan tubuh terhadap makanan beracun atau yang berbahaya, yang kebanyakan berasa pahit



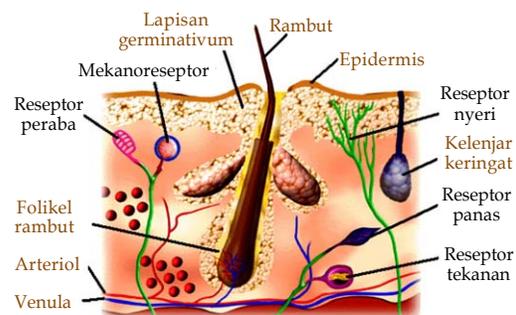
**Gambar 1.22** Bagian lidah yang peka terhadap rasa tertentu

Sumber: *Biology*, 2008

Di samping puting-puting pengecap, pada lidah terdapat juga sel saraf untuk perasa (kasar dan halus) dan saraf untuk suhu. Lidah selain sebagai pengecap rasa makanan juga berfungsi untuk mengatur dan membolak-balik makanan sewaktu mengunyah, membantu waktu berbicara (beberapa huruf memakai lidah untuk mengucapkannya), dan membantu menelan makanan.

## 3. Kulit (Indra Peraba)

Saraf yang berlaku sebagai reseptor yang peka terhadap sentuhan, tekanan, perubahan suhu, dan rasa nyeri, terletak di dalam kulit. Ujung-ujung saraf yang peka terhadap rasa nyeri berupa saraf yang bercabang dan berada di bagian permukaan kulit. Badan *Paccini* atau reseptor tekanan berada jauh di dalam berbentuk bulatan yang terdiri atas lapisan-lapisan saraf. Badan *Ruffini* atau reseptor untuk rangsang mekanik (mekanoreseptor) berbentuk bulatan yang letaknya agak ke permukaan kulit. Reseptor peraba merupakan bundelan badan saraf berbentuk bulat atau oval, yang terletak paling pinggir, tapi masih di bawah lapisan germinativum.



**Gambar 1.23** Struktur kulit manusia

Sumber: *G.Blider CD*

Penyebaran jenis-jenis reseptor pada kulit tidak sama. Ada kulit atau daerah yang peka terhadap sentuhan, dipastikan daerah tersebut banyak mengandung saraf yang peka terhadap rangsang sentuhan (saraf peraba). Contohnya, pada ujung jari. Reseptor yang peka terhadap nyeri, hampir merata berada di seluruh permukaan kulit.

### Percobaan 1.2

### Pengecap pada Lidah

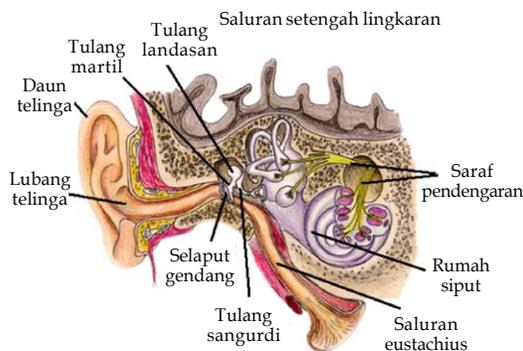
**Tujuan percobaan :** siswa mengetahui letak pengecap pada lidah

**Alat dan Bahan :** Cotton bud, larutan garam, gula, asam, obat tablet.

#### Langkah Percobaan:

1. Oleskan cotton bud pada larutan garam, kemudian oleskan pada bagian ujung, pinggir depan, pinggir belakang, dan pangkal lidah.
2. Bagian mana dari lidahmu yang paling peka terhadap rasa garam?
3. Berkumur-kumurlah dengan air hangat.
4. Lakukan pula untuk larutan gula, asam, dan obat tablet.
5. Bagian manakah dari lidahmu yang peka terhadap rasa asi, manis, asam, dan pahit?

## 4. Telinga (Indera Pendengaran)



**Gambar 1.24** struktur alat pendengaran manusia

Sumber: G.Blider CD

Telinga yang merupakan indra pendengaran terdiri atas tiga bagian utama, yaitu telinga bagian luar, tengah, dan dalam. Telinga bagian luar, terdiri atas daun telinga, lubang telinga, saluran telinga luar, dan selaput gendang telinga (selaput Timpani).

Telinga bagian tengah, terdiri atas rongga telinga tengah, dan lubang yang menuju saluran Eustachius. Pada rongga telinga tengah terdapat tulang-tulang kecil sebanyak tiga buah yang berfungsi meneruskan getaran bunyi dari selaput

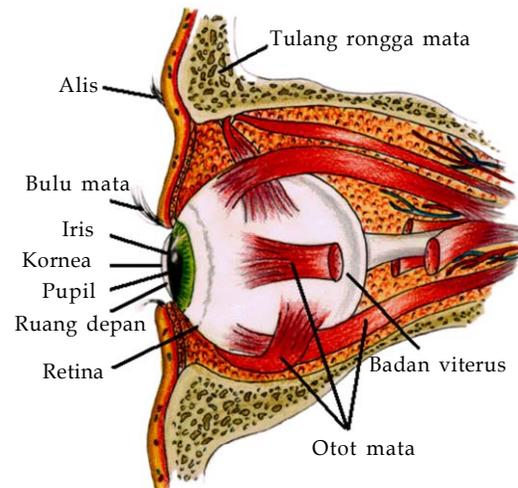
gendang telinga ke bagian lebih dalam. Susunan tiga tulang tersebut adalah tulang martil yang berhubungan dengan selaput gendang telinga, tulang landasan yang terletak di tengah dan tulang sangurdi yang berhubungan dengan jendela oval. Saluran Eustachius menghubungkan rongga telinga tengah dengan rongga mulut. Saluran ini berfungsi agar tekanan di bagian dalam telinga sama dengan tekanan di luar

Telinga bagian dalam terdiri atas koklea dan alat keseimbangan. Koklea atau rumah siput bentuknya spiral dan berfungsi sebagai organ pendengaran. Adapun alat keseimbangan berupa saluran setengah lingkaran (saluran semisirkular) sebanyak tiga buah.

## 5. Mata (Indra Penglihat)

Mata merupakan alat penglihatan yang sangat berharga. Dengan mata, kamu dapat melihat dunia yang sangat indah ini. Terdapat apa saja di dalam mata? Bagaimana caranya sehingga kamu dapat melihat benda?

Mata berbentuk bola dan terdapat sepasang. Kedua bola mata terdapat di dalam rongga mata. Pada bagian luar bola mata terdapat alis, bulu mata, dan kelopak. Adapun bagian dalam bola mata terdiri atas kornea, cairan aqueous humor, pupil, iris, lensa, cairan vitreous humor, retina, dan saraf penglihatan. Perhatikan gambar bagian bola mata berikut ini.



**Gambar 1.25** mata manusia

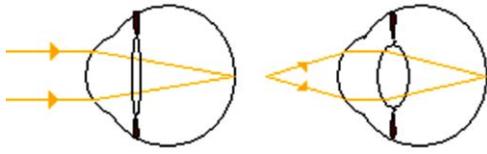
Sumber: *Biology*, 2008

Mata dapat melihat saat ada cahaya. Cahaya yang mengenai benda akan dipantulkan ke mata. Cahaya akan membentuk bayangan benda. Bayangan benda pertamanya akan mengenai kornea, cairan aqueous humor, pupil, lensa, cairan vitreous humor, dan retina. Bayangan yang terbentuk pada retina adalah terbalik. Dari retina, bayangan benda akan diteruskan ke otak oleh saraf penglihatan. Setelah diolah di otak, kita dapat mengetahui apa yang sedang dilihat.

Kita dapat melihat suatu benda apabila benda tersebut memantulkan cahaya. Cahayanya dipantulkan ke mata. Cahaya masuk ke pupil. Apabila cahayanya terlalu kuat, pupil akan menyempit. Sebaliknya, apabila cahaya kurang kuat, pupil akan melebar. Agar bayangan jatuh pada alat penerima rangsang cahaya, maka bayangan tersebut harus tepat jatuh pada retina mata. Retina mengandung sel-sel saraf penerima.

Bayangan dapat jatuh ke retina karena adanya pengaturan kecembungan lensa mata. Lensa mata dapat menjadi lebih cembung atau lebih pipih. Bagian mata yang berperan mencembung dan memipihkan lensa mata ialah otot-otot penggantung lensa mata

Perubahan cembung dan pipihnya lensa mata disebut *akomodasi*. Semakin jauh benda yang dilihat, semakin pipih lensa mata. Sebaliknya, semakin dekat benda yang dilihat, makin cembung lensanya.



**Gambar 1.26** Akomodasi mata

Sumber: <http://en.wikipedia.org/>

Apabila bayangan benda sudah mengenai retina, maka impuls cahaya tadi akan diteruskan oleh serabut saraf penglihatan menuju ke otak. Di otak, impuls ini akan diterjemahkan. Dengan demikian, kita akan mengetahui benda apa yang kita lihat.

## D. Kelainan pada Sistem Saraf dan Alat Indra Manusia

Gangguan pada sistem saraf dapat terjadi akibat adanya kerusakan otak ataupun bagian saraf lainnya. Kerusakan pada otak dapat terjadi karena adanya benturan keras atau karena pengaruh makanan dan obat-obatan.

Benturan pada kepala yang mengenai bagian ingatan akan menyebabkan amnesia. Benturan yang mengenai bagian lain seperti bagian penglihatan maka yang terganggu adalah penglihatan seperti mengalami kebutaan, begitu pula jika mengenai bagian otak lainnya.

Pengaruh penggunaan obat-obatan terutama obat terlarang seperti narkoba akan menghancurkan fungsi otak. Selain itu, jumlah sel otak pun akan menurun dan otak akan menciut. Seiring dengan kehancuran otak, maka koordinasi, daya ingat, penglihatan, pendengaran dan seluruh tubuh kita akan terganggu fungsinya. Mengonsumsi obat terlarang adalah awal kehancuran dari seluruh bagian tubuh kita tanpa bisa kita perbaiki lagi.

Gangguan pada alat indra dapat terjadi karena adanya gangguan pada sistem saraf terutama otak atau akibat kerusakan pada alat indra itu sendiri.

### 1. Gangguan pembau

Gangguan pembau umumnya terjadi akibat kita mengalami pilek akibat terserang virus influenza. Lendir pada hidung yang diproduksi dalam jumlah banyak saat pilek membuat hidung tersumbat dan bau dari zat kimia tidak sampai pada organ olfaktorik. Virus influenza yang tidak juga sembuh dapat menyebabkan peradangan pada hidung atau sinusitis. Saat flu biasanya nafsu makan kita hilang karena bau dari makanan yang membangkitkan selera makan kita tidak tercium hidung. Bau makanan akan merangsang otak yang akan mempengaruhi pengeluaran enzim pencernaan.

### 2. Gangguan pengecap

Gangguan pengecap dapat terjadi jika lidah sebagai indra pengecap mengalami gangguan. Gangguan dapat berupa timbulnya bercak-bercak putih yang menutupi puting pengecap pada lidah, sehingga rasa dari makanan tidak masuk dengan sempurna dalam puting pengecap. Bercak putih biasanya berupa kumpulan bakteri yang dapat timbul akibat panas dalam, akibat suka mengonsumsi makanan atau minuman yang terlalu dingin atau terlalu panas atau kurang rutin dibersihkan.

### 3. Gangguan pada kulit

Gangguan kulit akan mempengaruhi kerja ujung saraf yang terdapat pada kulit. Gangguan kulit biasanya kita rasakan sebagai rasa gatal. Gangguan tersebut dapat berupa panu, kudis, kurap atau borok. Penyakit ini biasanya ditimbulkan oleh bakteri atau jamur yang bersifat parasit pada kulit kita. Jamur atau bakteri menjadikan jaringan kulit sebagai tempat tinggal sekaligus sebagai sumber makanannya. Untuk menghilangkan penyakit kulit dapat digunakan antibiotik atau fungisida, namun alangkah lebih baik jika kita mencegahnya dengan pola hidup yang bersih.

### 4. Gangguan pendengaran

Gangguan pendengaran selain terjadi akibat gangguan pada sistem saraf, dapat juga terjadi akibat adanya pengerasan. Manusia umumnya hanya dapat mendengar bunyi dengan frekuensi dari 20 - 20.000 Hertz (Hertz = ukuran satuan getaran). Gangguan alat pendengaran bisa merupakan kerusakan yang permanen karena tidak dapat dibantu oleh alat bantu pendengaran. Kerusakan permanen dapat disebabkan oleh gendang telinga (selaput Timpani) pecah, saraf pendengaran putus atau sudah tidak sensitif, pusat saraf di otak rusak, dan rusaknya tulang martil, tulang landasan, atau tulang sanggurdi.

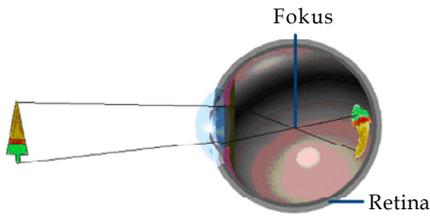
Sementara itu, gangguan yang lebih ringan pada alat pendengaran dapat terjadi karena infeksi pada bagian telinga, kotoran menumpuk, dan cairan limfa di saluran rumah siput tidak normal (misalnya terlalu pekat).

### 5. Gangguan penglihatan

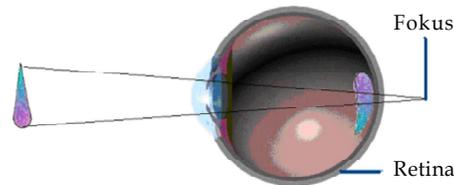
Gangguan mata terjadi jika penglihatan seseorang terganggu. Ada beberapa hal yang dapat mengganggu proses melihat, antara lain apabila terjadi kerusakan pada saraf mata yang menuju ke otak, misalnya sarafnya di suatu tempat terjepit oleh sejenis tumor. Gangguan pada pusat saraf penglihatan yang ada di otak menyebabkan orang buta, walaupun alat-alat lainnya normal.

Pada usia lanjut, kornea mata yang bening dapat menjadi kabur. Hal ini dapat diatasi dengan transplantasi kornea dari donor mata yang sudah meninggal. Lensa mata dapat menjadi kabur karena penyakit katarak yang umumnya diderita oleh orang tua. Penyakit tersebut dapat disembuhkan melalui operasi.

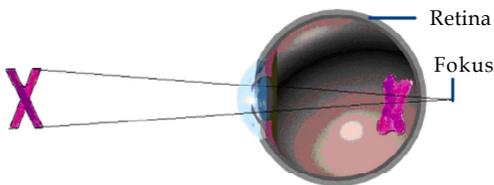
Pada Mata yang normal bayangan jatuh tepat di bintik kuning pada retina. Gangguan mata juga karena jatuhnya bayangan tidak tepat pada retina, disebabkan lensa mata tidak dapat berakomodasi, atau bola mata terlalu pipih atau terlalu cembung. Berdasarkan jatuhnya bayangan pada retina, keadaan mata dibedakan menjadi miopi, hipermetropi, presbiopi dan astigmatisma.



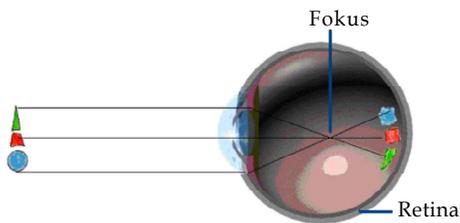
Gambar 1.27 Mata miopi



Gambar 1.28 Mata hipermetropi



Gambar 1.29 Mata presbiopi



Gambar 1.30 Mata Astigmatisma

Sumber: G.Blider CD

Mata rabun jauh disebut *miopi* terjadi karena lensa mata terlalu cembung, sehingga bayangan jatuh di depan bintik kuning. (Gambar 1.27) Kelainan ini dapat ditolong dengan kacamata berlensa cekung (negatif).

Mata rabun dekat disebut *hipermetropi* terjadi karena lensa mata terlalu pipih, sehingga bayangan jatuh di belakang bintik kuning. Kelainan ini dapat ditolong dengan kacamata berlensa cembung (positif). (Gambar 1.28)

*Presbiopi* umumnya terdapat pada orang lanjut usia. Penyebabnya daya akomodasi mata sudah berkurang. Lensa tetap pipih karena otot penggantung lensa tak dapat bekerja dengan baik. Keadaan ini dapat ditolong dengan kacamata lensa cembung (positif). (Gambar 1.29)

*Astigmatisma* terjadi karena bentuk lingkaran permukaan bola mata tidak merata. Cacat mata ini dapat ditolong dengan kacamata silindris. Namun, bila astigmatisma tidak teratur, lensa silindris pun tidak dapat menolong. (Gambar 1.30)

Rabun senja atau *hemeralopi* terjadi apabila seseorang kekurangan vitamin A. Bila hal tersebut terjadi secara berkelanjutan akan diikuti oleh gejala terbentuknya bintik putih (*bitot spot*), dan mengeringnya kornea (*xerofthalmia*) yang pada akhirnya akan terjadi kerusakan kornea (*keratomalasi*).

Mata juga dapat mengalami gangguan pada otot mata. Koordinasi otot mata yang tidak sama akan menyebabkan mata juling.

Mata normal mampu membedakan 8 juta jenis warna. Orang yang tidak mempunyai sel yang peka terhadap ketiga macam warna utama tidak akan mampu mengetahui warna. Orang tersebut biasa dikenal dengan istilah *buta warna total*. Apabila sel reseptornya hanya peka terhadap satu atau dua macam warna utama, disebut *buta warna sebagian*. Buta warna merupakan penyakit turunan (genetik).

## Tugas

Selain yang telah dijelaskan, masih terdapat gangguan lainnya yang dapat terjadi pada alat indra. Untuk itu carilah informasi dan buatlah laporan tentang gangguan pada alat indra selain yang telah dijelaskan. Kamu dapat mencari informasi tersebut dari buku referensi, surat kabar, maupun internet.

### Latihan 1.3

1. Apa saja bagian-bagian otak besar dan apa fungsinya?
2. Tuliskan jalannya rangsang pada gerak biasa dan gerak refleks!
3. Saraf apa saja yang terdapat kulit dan berfungsi sebagai indra peraba!
4. Sebutkan bagian-bagian mata dan bagaimana mereka bekerja sehingga kita dapat melihat benda?
5. Gangguan apa yang sering kamu dan teman-temanmu alami berkaitan dengan kerja alat indra?

### Rangkuman

- Sistem ekskresi berfungsi mengeluarkan zat-zat yang tidak dibutuhkan dan zat yang keberadaannya mengganggu tubuh kita.
- Organ sistem ekskresi antara lain paru-paru, hati, ginjal, dan kulit.
- Paru-paru berfungsi mengeluarkan karbon dioksida, hati merombak darah, ginjal mengeluarkan urin, dan kulit mengeluarkan keringat.
- Penyaringan darah dalam ginjal terjadi pada badan malphigi, sehingga urea, asam urat, amoniak, zat warna empedu, garam, terutama NaCl, zat racun, hormon, vitamin, dan enzim akan tersaring dari darah dan akan dibuang dengan air sebagai urin.
- Gangguan pada sistem ekskresi dapat berupa sakit kuning karena ada gangguan pada empedu hati, lapar garam yaitu berupa keringat berlebih, kencing manis, dan batu ginjal.
- Manusia bereproduksi secara kawin sehingga terjadi pembuahan ovum oleh sperma.
- Organ reproduksi laki-laki terdiri atas testis, epididimis, vas deferens, dan penis.
- Organ reproduksi pada wanita terdiri dari ovarium, tuba Fallopi, uterus, dan vagina.

- Perempuan menghasilkan ovum dari ovarium yang disebut ovulasi. Saat ovum tidak dibuahi maka ovum akan mati dan terjadi menstruasi. Siklus menstruasi berkisar antara 15 dan 31 hari.
- Proses perkembangbiakan dimulai dari sel telur yang diovolusi dari ovarium, bergerak menuju rahim melalui oviduk, kemudian dibuahi oleh sperma dan menjadi zigot, yang kemudian bergerak dan menempel di rahim pada hari ke tujuh.
- Masa kehamilan umumnya selama sembilan bulan dan bayi akan dilahirkan melalui vagina.
- Penyakit pada sistem reproduksi umumnya disebabkan oleh bakteri dan virus. Penyakit tersebut antara lain HIV, sifilis, dan gonorrhoe.
- Sistem saraf pada manusia dibentuk oleh otak, sumsum tulang belakang, dan serabut-serabut (urat) saraf yang menjulur dari otak dan sumsum tulang belakang.
- Otak terdiri atas empat bagian utama, yaitu otak besar, otak tengah, otak kecil, dan sumsum lanjutan.
- Otak besar merupakan pusat pendengaran, penglihatan, gerak, kecerdasan, ingatan, kesadaran, dan kemauan.
- Sumsum tulang belakang berfungsi sebagai penghubung rangsang dari dan ke otak (sebagai penghantar impuls saraf dari dan ke otak) dan memberi kemungkinan jalan terpendek pada gerak refleks (sebagai pusat gerak refleks).
- Berdasarkan fungsinya sel saraf dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu sel saraf sensorik, sel saraf motorik, sel saraf konektor.
- Proses jalannya rangsang pada gerak biasa adalah: Rangsang → reseptor → saraf sensorik → saraf penghubung → otak → saraf penghubung → saraf motorik → otot → gerak.
- Gerak refleks adalah gerakan yang tak disadari atau yang baru disadari setelah gerak itu terjadi. Jalan rangsangannya adalah: Rangsang → reseptor → saraf sensorik → saraf penghubung → sumsum tulang belakang → saraf penghubung → saraf motorik → otot → gerak.
- Manusia dapat menanggapi berbagai jenis rangsang yang ada di lingkungan dengan adanya alat indra. Hidung dan lidah menanggapi rangsang terhadap bau dan zat kimia. Kulit dan telinga menanggapi rangsang berupa tekanan, tegangan suara, dan gaya berat. Sedangkan rangsang cahaya ditanggapi oleh mata.
- Gangguan pada sistem saraf dapat disebabkan oleh benturan pada otak atau karena penggunaan obat tertentu terutama obat terlarang.
- Gangguan pada hidung disebabkan oleh sumbatan ingus akibat flu. Gangguan pada lidah disebabkan karena tertutupnya puting pengecap, sedangkan gangguan pada kulit disebabkan oleh rasa gatal yang disebabkan adanya infeksi oleh jamur atau bakteri.

- Gangguan pendengaran bisa merupakan kerusakan yang permanen karena gendang telinga (selaput Timpani) pecah, saraf pendengaran putus atau sudah tidak sensitif, pusat saraf di otak rusak, dan rusaknya tulang martil, tulang landasan, atau tulang sanggurdi. Gangguan yang lebih ringan dapat terjadi karena infeksi pada bagian telinga, kotoran menumpuk, dan cairan limfa di saluran rumah siput tidak normal.
- Gangguan mata juga karena jatuhnya bayangan tidak tepat pada retina disebabkan lensa mata tidak dapat berakomodasi, atau bola mata terlalu pipih atau terlalu cembung. Berdasarkan jatuhnya bayangan pada retina, keadaan mata dibedakan menjadi miopi, hipermetropi, presbiopi, dan astigmatisma.

## Refleksi

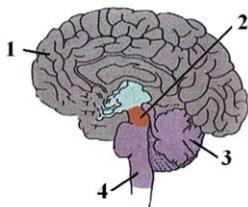
Seluruh aktifitas kehidupan dalam tubuh diatur oleh adanya koordinasi yang tersusun atas sistem saraf dan hormon. Pada proses oksidasi dalam ginjal, banyak sedikitnya urin yang diproduksi ginjal dipengaruhi oleh kondisi cairan tubuh. Pada saat cairan tubuh manusia ditandai dengan darah yang lebih kental, endoreseptor dalam pembuluh merupakan impuls ke pusat saraf. Kelenjar hipofisis kemudian akan mengeluarkan antidiuretik hormone (ADH) ke dalam darah. ADH yang sampai ke ginjal akan merangsang penyerapan (reabsorpsi) air dari tubulus ginjal, sehingga volume urine menurun. Penjelasan di atas merupakan salah satu pengaturan kerja organ tubuh oleh sistem reproduksi.

## Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Salah satu organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki adalah ....
 

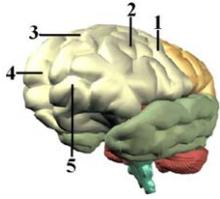
A. testis	D. uterus
B. ovarium	E. nefron
C. oviduk	
2. Perhatikan gambar sistem saraf di bawah ini.  
Bagian otak kecil dan sumsum lanjutan ditandai dengan nomor ....



- |            |
|------------|
| A. 1 dan 2 |
| B. 1 dan 3 |
| C. 1 dan 4 |
| D. 2 dan 3 |
| E. 3 dan 4 |



3. Berikut ini adalah nama organ-organ penyusun sistem ekskresi, kecuali ....
  - A. paru-paru
  - B. empedu
  - C. kulit
  - D. ginjal
  - E. hati
4. Pembentukan urine terjadi pada ....
  - A. ginjal
  - B. jantung
  - C. paru-paru
  - D. hati
  - E. empedu
5. Sisa metabolisme yang dibuang lewat paru-paru adalah ....
  - A. urine
  - B. keringat
  - C. karbon dioksida
  - D. bilirubin
  - E. feses
6. Tempat tempat kantung cairan mani disebut ....
  - A. vas deferens
  - B. epididimis
  - C. testis
  - D. kelenjar prostat
  - E. penis
7. Berikut ini merupakan bagian dari otak, kecuali ....
  - A. otak besar
  - B. otak kecil
  - C. otak tengah
  - D. sumsum spinal
  - E. susum lanjutan
8. Proses yang tidak terjadi dalam hati adalah ....
  - A. perombakan sel darah merah
  - B. pembentukan hemin
  - C. pembentukan globin
  - D. penguraian hemin menjadi bilirubin
  - E. penguraian biliverdin

9. Proses pelepasan sel telur pada wanita disebut ....
- menstruasi
  - ovulasi
  - ejakulasi
  - reproduksi
  - ovarium
10. Sinusitis adalah gangguan yang dialami oleh ....
- lidah
  - hidung
  - mata
  - telinga
  - tenggorokan
11. Bagian ginjal yang bekerja menyaring darah adalah ....
- korteks
  - medula
  - badan malphigi
  - rongga ginjal
  - tubulus
12. Berikut ini termasuk gangguan pada sistem reproduksi, kecuali ....
- HIV
  - sipilis
  - gonorrhoe
  - kanker rahim
  - hepatitis
13. Perhatikan gambar berikut.  
Bagian otak yang berfungsi untuk mengontrol langkah kaki kita adalah ....
- 
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
14. Gangguan mata karena bentuk lingkaran bola mata tidak rata disebut ....
- miopi
  - presbiopi
  - astigmatisma
  - hipermetropi
  - hemeralopi



15. Diabetes melitus merupakan jenis penyakit yang sering disebut ....
  - A. lapar garam
  - B. kencing manis
  - C. rabun senja
  - D. sakit kuning
  - E. batu ginjal
16. Siklus menstruasi seseorang yang tidak dalam batas normal adalah ....
  - A. 14
  - B. 17
  - C. 21
  - D. 28
  - E. 31
17. Urine yang normal mengandung zat berikut, kecuali ....
  - A. garam
  - B. urea
  - C. amoniak
  - D. vitamin
  - E. gula
18. Bagian telinga yang berfungsi menjaga tekanan bagian dalam telinga sama dengan tekanan luar adalah ....
  - A. gendang telinga
  - B. tulang sangurdi
  - C. tulang martil
  - D. rumah siput
  - E. saluran Eustachius
19. Sel telur dihasilkan dalam ....
  - A. ovarium
  - B. oviduk
  - C. rahim
  - D. vas deferens
  - E. vagina
20. Juling pada mata terjadi akibat adanya kerusakan pada bagian mata ....
  - A. iris
  - B. kornea
  - C. pupil
  - D. retina
  - E. otot mata

## Bab 2



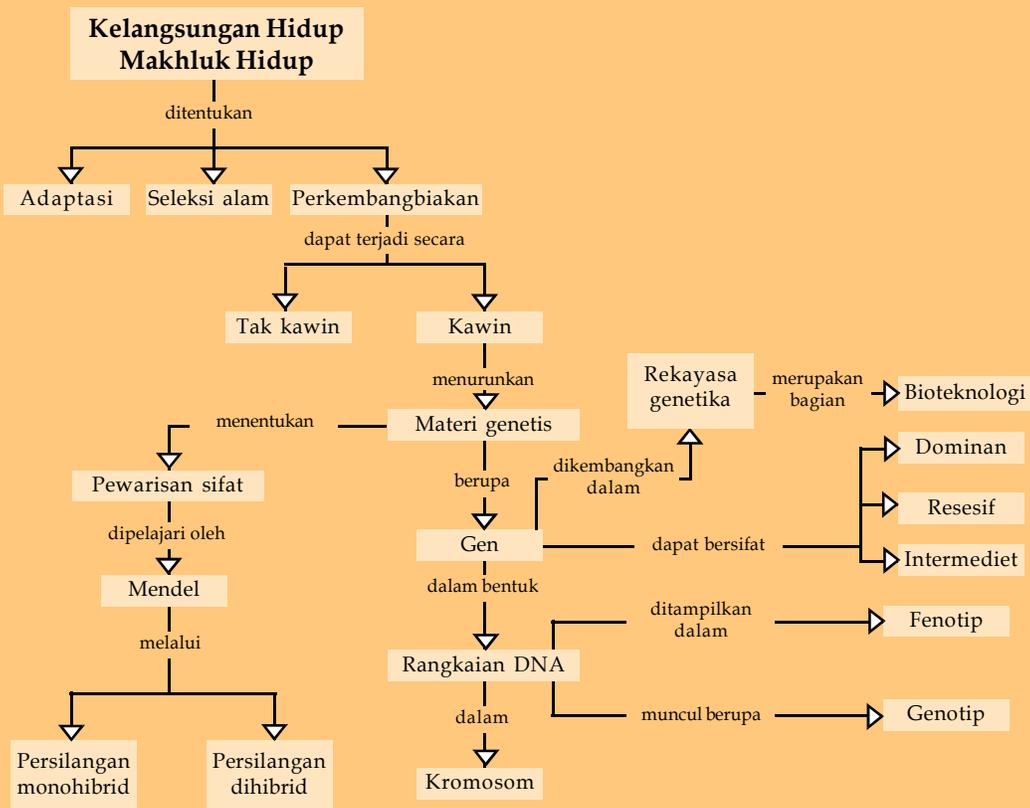
# Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup

### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan;
- mendeskripsikan konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup;
- mendeskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat beserta penerapannya;
- mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.

### Peta Konsep



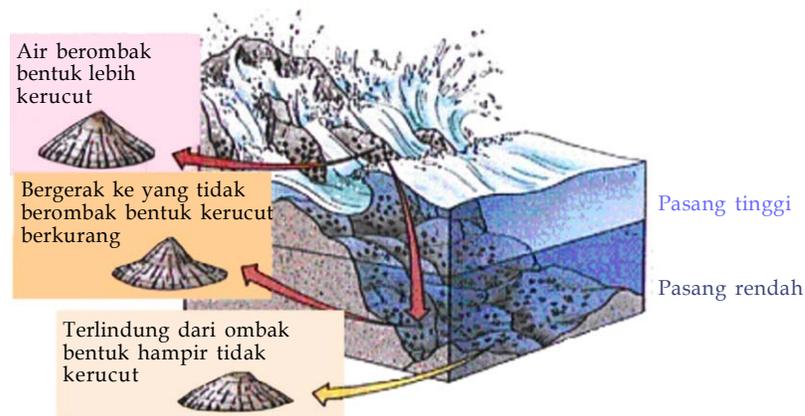
Pernahkah Anda melihat pepohonan menggugurkan daunnya di musim kemarau? Kemampuan pohon menggugurkan daunnya saat musim kemarau merupakan salah satu cara pohon untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya. Pohon atau tumbuhan tersebut menggugurkan daunnya untuk menjaga agar tubuhnya tidak kekurangan air. Hewan dan manusia pun memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungannya sebagai usaha untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Jika tidak demikian, makhluk hidup tersebut terancam musnah.

## 2.1 Adaptasi, Seleksi Alam, dan Perkembangbiakan

Setiap makhluk hidup memerlukan lingkungan yang sesuai untuk dapat melaksanakan fungsi hidupnya. Saat lingkungan tempat hidupnya tidak sesuai lagi, maka alam akan menuntut perubahan pada makhluk hidup agar dapat bertahan hidup. Jika makhluk hidup tersebut tidak dapat menyesuaikan diri, maka alam akan melakukan seleksi sehingga terjadi kepunahan. Untuk menghindari kepunahan suatu makhluk hidup melakukan suatu tahapan hidup yaitu berkembang biak.

### A. Adaptasi Makhluk Hidup

Alam yang senantiasa berubah dan persaingan dengan makhluk hidup mendorong makhluk hidup untuk menyesuaikan diri atau beradaptasi. Adaptasi dapat dilakukan dengan merubah pola makan, morfologi tubuh, dan beragam perubahan lainnya untuk dapat bertahan hidup.



Gambar 2.1 Adaptasi cangkang kerang

Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

Kerang yang biasa tinggal di pantai melakukan adaptasi terhadap pengaruh ombak. Ombak memberi tekanan pada cangkang kerang, sehingga terdapat perbedaan bentuk cangkang kerang sebagai adaptasi kerang terhadap lingkungannya. Kerang yang hidup di daerah berombak

memiliki bentuk kerucut, sedangkan yang terletak pada daerah pasang tinggi yang kadang-kadang terkena ombak bentuk kerucutnya lebih sedikit, bahkan pada daerah yang sama sekali tidak terkena ombak memiliki bentuk yang hampir pipih.

Di wilayah utara dan selatan dari khatulistiwa, saat musim dingin tiba, suhu udara begitu dingin, daun-daun mulai menguning dan mengugurkan daun dan bahkan turun salju yang menutupi seluruh permukaan. Kita sebagai manusia dapat mengatasi hal ini dengan tinggal di rumah dan menyalakan penghangat, makan susu hangat dan tidur di bawah selimut tebal. Bagaimana dengan binatang yang tinggal di luar sana?

Untuk dapat bertahan melewati musim tersebut beragam cara dilakukan binatang (Gambar 2.2). Kelangkaan makanan di musim dingin diatasi oleh rusa, dan kelinci dengan memakan lumut, ranting dan kulit kayu. Kelinci juga memanfaatkan bulunya yang putih untuk bersembunyi dalam salju, sehingga terhindar dari ancaman hewan lain yang sedang kelaparan. Srigala saat kesulitan mendapat makanan dapat memakan apa yang ada seperti buah-buahan atau serangga.



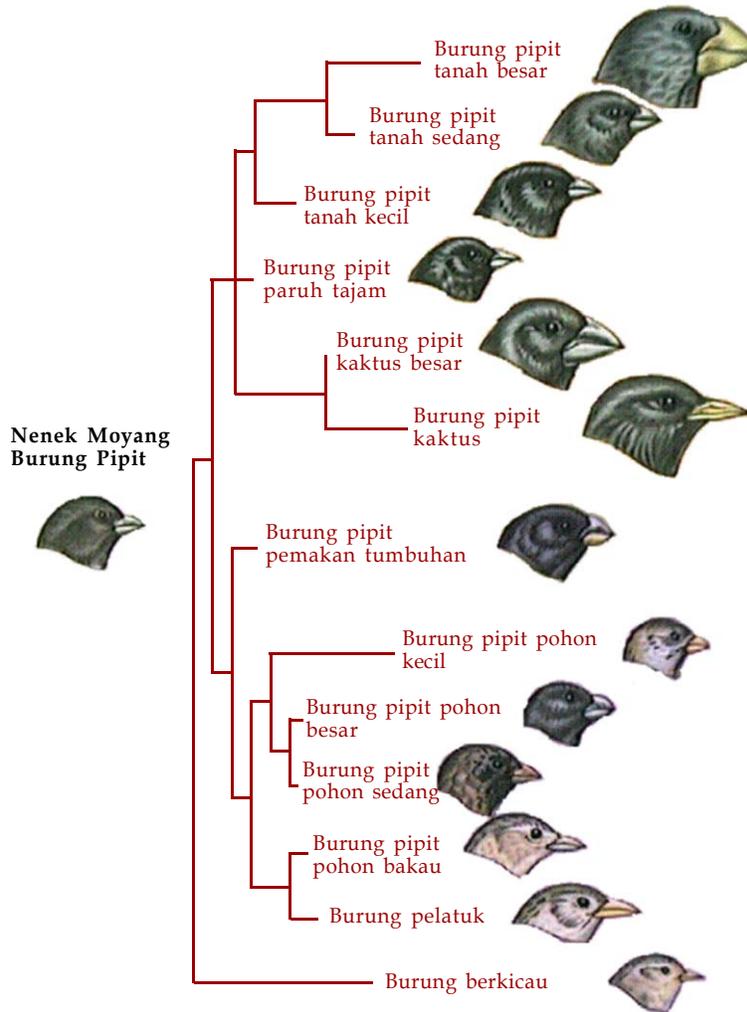
**Gambar 2.2** Adaptasi binatang terhadap musim dingin

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

Binatang seperti burung, serangga atau ikan biasanya melakukan migrasi untuk menghindari cuaca dingin dan kelangkaan makanan. Saat musim dingin telah berlalu mereka biasanya kembali. Beberapa binatang seperti bajing dan tikus sudah mempersiapkan cadangan makanan saat musim gugur, juga sudah memakan sejumlah makanan untuk disimpan sebagai cadangan dalam tubuh.

Hewan yang lain seperti beruang, sigung, tupai tanah, dan beberapa kelelawar melewati musim dingin dengan berhibernasi. Hibernasi adalah tidur yang sangat lama, yaitu sepanjang musim dingin. Saat tidur suhu tubuh turun, detak jantung melambat dan pernapasan pun melambat, sehingga dapat dilakukan penghematan cadangan makanan yang telah disiapkan sepanjang musim gugur.

Kelangsungan makhluk hidup dalam lingkungannya sangat tergantung pada kelangsungan perolehan sumber makanan untuk bertahan hidup. Kendala alam umumnya berkaitan dengan masalah ketersediaan makanan. Saat makanan yang biasa dimakan tidak, tersedia beberapa makhluk hidup beradaptasi dengan merubah jenis makanannya. Perubahan jenis makanan biasanya diikuti oleh perubahan pada susunan tubuh makhluk hidup, misalnya perubahan bentuk paruh burung sesuai jenis makanannya.



Gambar 2.3 Adaptasi paruh burung

Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

Burung pipit pemakan tumbuhan, dengan burung berkicau dan burung pelatuk diperkirakan berasal dari satu jenis burung yang sama. Hanya karena faktor ketersediaan makanan, maka mengalami perubahan pada bentuk paruhnya sesuai makanannya (Gambar 2.3).

Adaptasi yang terjadi dalam waktu lama dan berlangsung terus menerus, pada suatu saat akan menghasilkan keturunan yang berbeda dengan nenek moyangnya. Proses tersebut disebut dengan evolusi. Evolusi pada makhluk hidup dapat dibuktikan dengan adanya penemuan fosil (Gambar 2.4). Fosil adalah sisa makhluk hidup dari zaman purba yang membatu dan tertanam dalam lapisan tanah dan batuan. Melalui pengamatan fosil kita akan mengetahui yang pernah ada pada masa lampau, lamanya mereka hidup dan hubungannya dengan makhluk hidup yang ada sekarang.

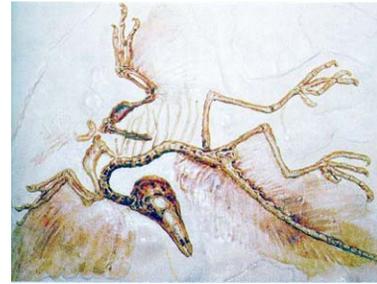
Salah satu contoh fosil makhluk hidup yang ditemukan secara lengkap pada setiap lapisan tanah adalah fosil kuda. Berdasarkan penemuan fosil kita dapat memperkirakan bahwa awalnya kuda purba berukuran kecil dengan jari-jari kaki sebanyak lima buah, namun lama kelamaan bertambah besar dengan jari kaki kuda depan hanya tiga buah. Tubuh kuda sekarang bertambah besar dan jari kakinya pun hanya satu buah. Perubahan tersebut terjadi dalam waktu lama dan terjadi tahap demi tahap akibat dari proses adaptasi terhadap lingkungan (Gambar 2.5).

## B. Seleksi Alam

Suatu lingkungan dikatakan sesuai jika lingkungan tersebut cukup menyediakan makanan, suhu, air, dan cukup tersedianya komponen biotik lainnya yang dibutuhkan oleh makhluk hidup.

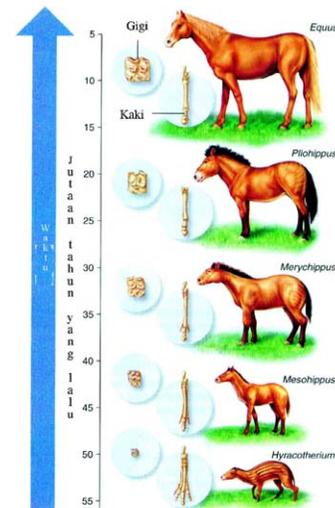
Namun alam senantiasa mengalami perubahan. Saat kemarau melanda sering kali ketersediaan makanan terganggu, sehingga banyak makhluk hidup yang ikut mati. Apalagi terkadang alam mengalami perubahan lingkungan yang sangat drastis seperti bencana alam yang merubah ekosistem. Pada keadaan seperti ini hanya makhluk hidup yang mampu menyesuaikan dengan perubahan alam yang dapat bertahan hidup. Punahnya suatu makhluk hidup atau bertahannya terhadap perubahan alam dikenal sebagai istilah seleksi alam. Pemikiran ini pertama kali dikemukakan oleh Lamarck.

Berdasarkan penemuan fosil, dulu di Bumi tinggal kelompok makhluk hidup berukuran besar seperti dinosaurus (Gambar 2.6). Namun sekarang



**Gambar 2.4** Fosil Burung

Sumber : *Biology*, 2008



**Gambar 2.5** Perubahan kuda

Sumber : *Biology*, 2008



**Gambar 2.6** Kerangka Dinosaurus

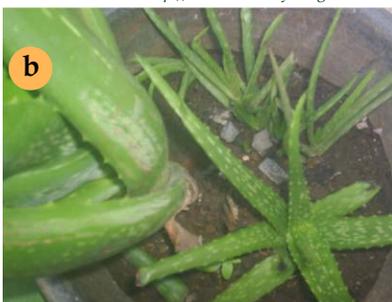
Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/>

dinosaurus telah punah. Hal ini diperkirakan karena terjadinya bencana besar di Bumi. Bencana tersebut selain membunuh dinosaurus secara langsung juga membuat dinosaurus yang tersisa mati kelaparan. Makhluk yang berukuran besar memerlukan porsi makanan yang besar, sehingga kekurangan ketersediaan makanan di Bumi akan dengan cepat membuatnya punah. Adapun makhluk hidup yang berukuran kecil seperti serangga dapat bertahan hidup.



**Gambar 2.7** Populasi tunas  
Sumber: dokumentasi penulis

Selain adanya bencana dan ketersediaan makanan yang menipis. Seleksi alam juga dapat terjadi akibat kepadatan populasi. Beberapa tumbuhan berkembang biak dengan cara menumbuhkan tunas. Tumbuhnya tunas biasanya di dekat induknya. Hal ini membuat populasi disekitar induk sangat padat. Seperti halnya sang induk tanaman baru memerlukan makanan dengan porsi yang sama, sedangkan unsur hara dan tempat tumbuh bagi populasi tersebut terbatas. Hal ini akan menimbulkan persaingan dalam memperoleh makanan. Hal ini juga akan menyebabkan tunas yang tidak mampu bersaing tumbuh tidak sewajarnya dan akhirnya mati (Gambar 2.7).



**Gambar 2.8** (a) sepasang Leopard  
(b) lidah buaya dapat berkembangbiak dengantunas  
Sumber: dokumentasi penulis

### C. Perkembangbiakan

Setiap makhluk hidup tidak ada yang abadi. Ketentuan Tuhan bahwa semua yang hidup akan mati. Sehingga walaupun ketersediaan makanan cukup, tidak ada ancaman terhadap kehidupannya, maka makhluk hidup tetap akan mati. Untuk itu maka makhluk hidup diberi kemampuan untuk berkembang biak oleh Tuhan untuk menghindari kepunahan.

Makhluk hidup dapat memperbanyak diri dengan cara yang beragam. Namun secara garis besar dibedakan menjadi perkembangbiakan secara kawin dan secara tidak kawin. Perkembangbiakan secara kawin dilakukan dengan melakukan pembuahan sel telur oleh sperma, sehingga diperlukan sepasang makhluk hidup jantan dan betina (Gambar 2.8(a)). Sedangkan pada perkembangbiakan secara tak kawin individu baru berasal dari satu induk dapat berupa pembelahan diri, penumbuhan tunas dan lain-lain (Gambar 2.8(b)).

Tujuan makhluk hidup berkembang biak adalah untuk mempertahankan spesiesnya supaya tidak terjadi kepunahan. Namun jika jumlah spesies yang sama dalam suatu lingkungan terlalu banyak maka akan timbul masalah dengan ketersediaan makanan. Bila ini terjadi, maka akan tercipta suatu persaingan untuk mempertahankan hidup. Dalam persaingan tersebut, makhluk hidup yang menang dalam persaingan akan lestari, sedangkan yang kalah bersaing akan punah. Kepunahan dapat dihindari dengan mencari tempat lain yang baru untuk hidup. Tempat yang baru belum tentu menyediakan kebutuhan makanan yang sama sehingga makhluk hidup tersebut harus beradaptasi.

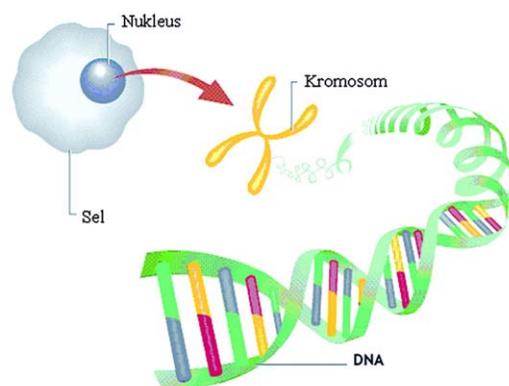
### Latihan 2.1

1. Bagaimana cara makhluk hidup bertahan hidup dengan cara adaptasi? Berikan contoh!
2. Apa penyebab hampir punahnya badak bercula satu?
3. Hubungan antar spesies yang bagaimanakah yang berkaitan erat dengan seleksi alam? Berikan contohnya!
4. Jelaskan peran perkembangbiakan pada makhluk hidup!
5. Berikan contoh makhluk hidup yang sudah punah! Mengapa mereka bisa punah?

## 2.2 Materi-Materi Genetis dalam Pewarisan Sifat

Seorang anak akan mewarisi sifat dari kedua orang tuanya, walaupun terkadang seorang anak tidak mirip ayah dan ibunya tetapi dia pasti akan mirip pada salah satu anggota keluarga lainnya seperti kakek dan neneknya. Hal itu terjadi karena sifat manusia apakah dia berbadan tinggi, atau pendek, berkulit hitam atau putih semua ditentukan oleh urutan kode yang terdapat dalam gen kita.

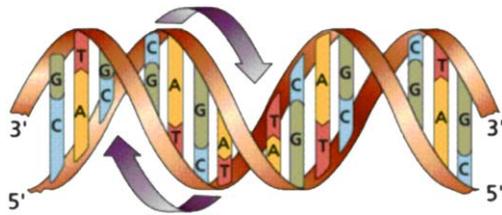
Sifat yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup berjumlah banyak, maka jumlah gen penentunya juga banyak. Gen adalah unit terkecil bahan sifat menurun. Gen sebagai sifat keturunan tersimpan dalam kromosom, yang terdapat dalam nukleus (Gambar 2. 9).



Gambar 2.9 Kromosom dalam nukleus sel

Sumber: Biology, 2008

Setiap kromosom mengandung banyak gen. Gen mempunyai fungsi untuk mengatur perkembangan dan proses metabolisme tubuh dan menyampaikan informasi genetik ke generasi berikutnya. Gen tersusun teratur dalam satu deretan secara linear. Sepasang gen yang mempunyai tugas yang sama, hampir sama atau berlawanan dinamakan alela.



**Gambar 2.10** Rantai DNA  
<http://www.emc.maricopa.edu/>

Rangkaian yang membawa sifat gen yang dimiliki seseorang tersusun dalam rantai ganda yang disebut DNA. (Gambar 2.10) DNA akan melakukan penggandaan untuk membuat informasi genetik yang akan diwariskan pada keturunan berikutnya. Informasi hasil penggandaan dari DNA ditampilkan sebagai fenotip. Sedangkan sifat yang muncul dari keturunan berikutnya ditampilkan sebagai genotip.

Istilah genotip dan fenotip pertama kali dikemukakan oleh W. Johansen (1909). Semua gen yang dimiliki oleh individu merupakan genotipnya. Genotip merupakan bentuk atau susunan genetik suatu sifat yang dimiliki oleh individu. Setiap gen dilambangkan dengan huruf Latin, kapital, dan kecil. Misalkan untuk warna kulit kuning dilambangkan dengan *K*. Karena gen terletak dalam kromosom yang homolog, maka penulisan gen dibuat berpasangan, misalnya *KK*. Penulisan huruf besar berarti gen dominan, sedangkan huruf kecil berarti resesif. Misalnya kulit kuning dominan ditulis *KK*, sedangkan kulit sawo matang resesif ditulis *kk*.

Fenotif merupakan penampakan dari sifat yang dimiliki oleh individu. Jika kamu memiliki kulit kuning, maka fenotipnya adalah kuning, sedangkan genotipnya adalah *KK*, atau *Kk*. Contoh lain dari fenotip suatu individu adalah warna bunga merah, atau ungu, ukuran badan tinggi atau pendek, rasa buah manis atau masam dan lain-lain. Fenotip suatu makhluk hidup sangat ditentukan dari genotipnya.

Anak mewarisi sifat kedua orang tuanya, karena setiap orang memiliki gen dalam bentuk berpasangan yang merupakan hasil sumbangan kedua orang tuanya. Gen manusia memiliki 22 kromosom yang menentukan sifat manusia dan 1 pasang yang menentukan jenis kelamin. Perubahan jumlah atau struktur kromosom dapat menyebabkan kecacatan pada generasi berikutnya, termasuk juga dalam kromosom penentu jenis kelamin.

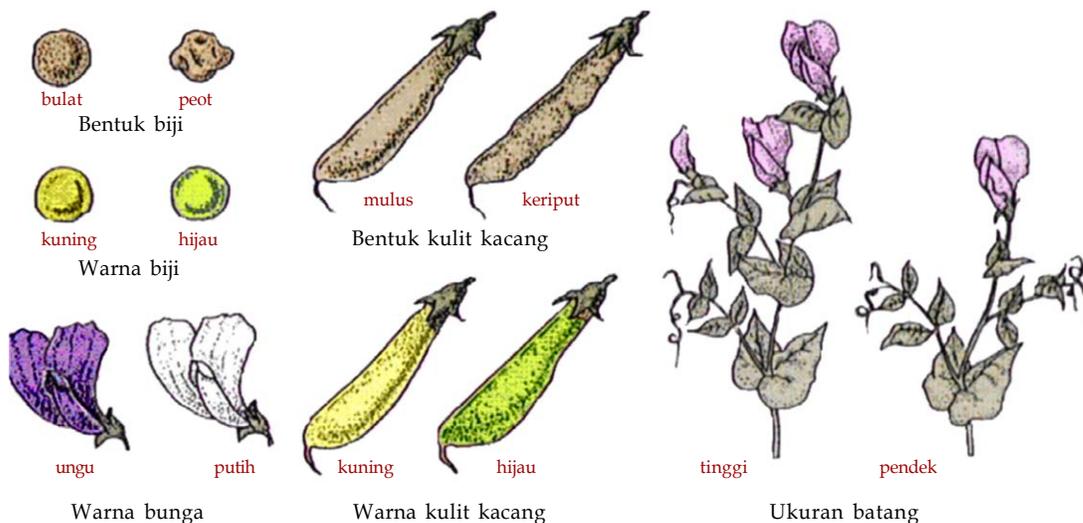
Generasi pertama disebut filial pertama (F1), sedangkan generasi turunan filial ke 1 disebut filial ke 2 (F2). Kalau orang tuamu sebagai induk, maka kamu filial ke 1 (F1), sedangkan anakmu kelak adalah filial ke 2 (F2).

## Latihan 2.2

1. Jelaskan pengertian gen dan kromosom!
2. Apa fungsi DNA dari suatu makhluk hidup?
3. Kemukakan perbedaan pengertian resesif, dominan, dan intermedial!
4. Apa perbedaan fenotif dan genotif? Beri contoh!
5. Apa perbedaan filial 1 dan filial 2? Beri contoh!

## 2.3 Teori Pewarisan Sifat

Teori yang menjabarkan bagaimana sifat tertentu tampak dan diturunkan pada generasi berikutnya dipelopori oleh penelitian Mendel. Eksperimen Mendel dilakukan di kebun Pea (*Pisum Sativum*) atau kacang ercis. Kacang ercis digunakan karena kacang tersebut memiliki kelebihan untuk bahan eksperimen antara lain, umurnya pendek, mudah disilangkan, melakukan penyerbukan sendiri dan banyak variestasnya. Banyaknya varietas kacang mulai dari berbeda bentuk biji, warna biji, warna bunga, bentuk kulit, warna kulit dan ketinggian menyebabkan penelitian dapat dilakukan dengan teliti. (Gambar 2. 11)



**Gambar 2.11** Varietas kacang ercis

Sumber : Biology, 2008

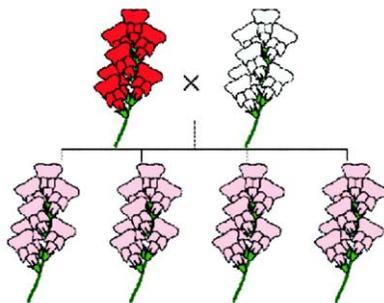
Eksperimen Mendel menggunakan 28.000 tanaman kacang ercis dan menunjukkan hasil kerja penyilangan monohibrid generasi pertama diperoleh semuanya berbiji halus. Tahun berikutnya ia membiarkan tanaman tersebut untuk kawin dengan sendirinya dan menghasilkan generasi kedua tanpa dilakukan penyilangan. Dari 7.324 biji kacang hasil generasi kedua, diperoleh 5.474 bijih halus dan 1.850 keriting.



**Gambar 2.12** Perbedaan batang dominan tinggi dan resesif pendek.

Sumber : Biology, 2008

Dalam penulisan genotip biasa digunakan huruf kapital untuk menunjukkan sifat dominan, sedangkan untuk menunjukkan sifat resesif yang berlawanan digunakan huruf kecil. Contoh jika sifat batang tinggi adalah dominan, maka akan dituliskan dalam genotif sebagai *TT*, maka lawannya yang bersifat resesif yaitu pendek akan dituliskan sebagai *tt*.



**Gambar 2.13** Gen intermediet

Sumber : Biology, 2008

### A. Gen Dominan, Resesif, dan Intermediet

Mendel mempelajari tujuh perlakuan dalam dua bentuk tertentu. Ia mengawinkan antara tanaman dengan ukuran tinggi dan pendek. Semua turunan yang dihasilkan berukuran tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang ukurannya tinggi adalah dominan, sementara yang berukuran pendek resesif (Gambar 2.12 ).

Dominan didefinisikan sebagai sifat yang muncul pada F1 atau filial pertama dari perkawinan silang dua sifat yang berbeda. Dan sebaliknya resesif adalah sifat yang tidak nampak dan muncul hanya ketika sifat dominan tidak ada.

Terkadang persilangan bunga yang berwarna merah dan yang berwarna putih generasi F1 yang berwarna merah ataupun putih, malah warna lain hasil gabungan dari merah dan putih yaitu merah muda (Gambar 2.13). Keadaan seperti itu dikatakan sebagai intermediet.

Intermediet adalah kondisi dimana tidak ada yang dominan satu dari yang lain. Jika tanaman dengan bunga merah dikawinkan dengan tanaman yang berbunga putih, maka akan dihasilkan semuanya bunga merah muda. Karena baik merah maupun putih tidak ada yang dominan satu sama lain.

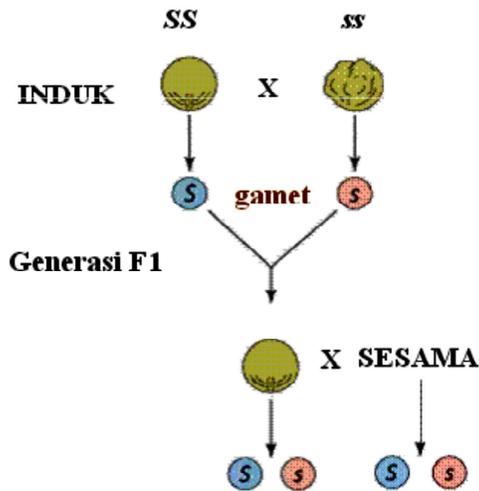


**Gambar 2.14** Bentuk biji ercis satu beda

### B. Persilangan monohibrid

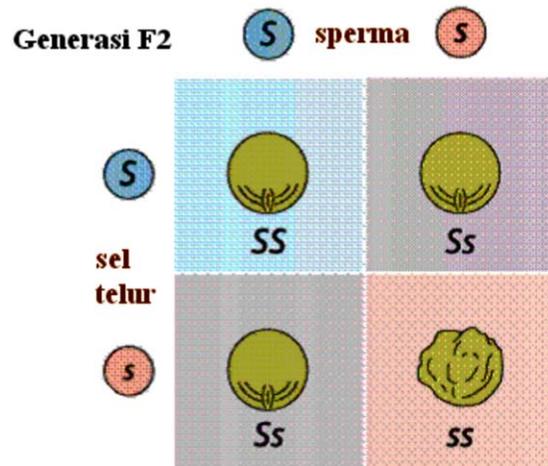
Perkawinan dua individu berbeda disebut persilangan. Kawin silang yang hanya memperhatikan satu sifat beda disebut persilangan monohibrid. Misalkan kita mengawinkan kacang ercis berbiji bulat (*SS*) dengan kacang ercis berbiji kisut (*ss*).

Maka ketika pohon keduanya dikawinkan akan terjadi persilangan antara genotip  $SS$  dengan genotip  $ss$ , seperti pada Gambar 2.15. Hasil perkawinan menunjukkan generasi F1 memiliki genotip  $Ss$  semua.



Gambar 2.15 Generasi F1 monohybrid

Sumber : <http://www.emc.maricopa.edu/>



Gambar 2.16 Generasi F2 monohybrid

<http://www.emc.maricopa.edu/>

Jika  $SS$  adalah sifat yang dominan dan  $ss$  menunjukkan sifat gen resesif, maka biji yang dihasilkan akan berbentuk bulat semua. Dan jika generasi F1,  $Ss$  dikawinkan dengan sesama  $Ss$ , maka akan muncul generasi F2 dengan perbandingan genotip  $SS : Ss : ss = 1 : 2 : 1$ , sedangkan perbandingan fenotip bentuk biji bulat : biji kisut =  $3 : 1$  (Gambar 2.16).

### C. Persilangan Dihibrid

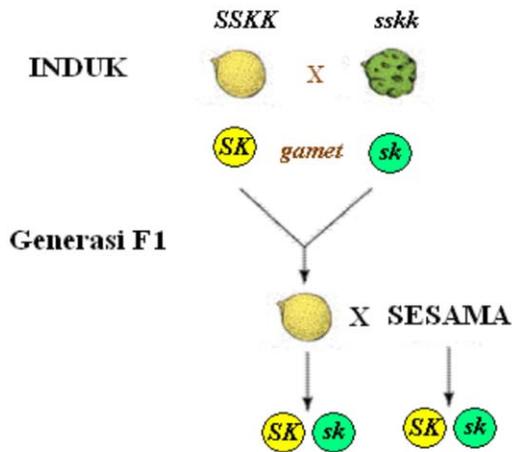
Kawin silang antara dua individu dengan mengamati dua sifat yang berbeda disebut persilangan dihibrid. Misalkan kita mengawinkan kacang ercis yang berbiji bulat kuning ( $SSKK$ ) dengan yang berbiji kisut hijau ( $sskk$ ) (Gambar 2.17).



Gambar 2.17 Bentuk dan warna biji ercis dua beda

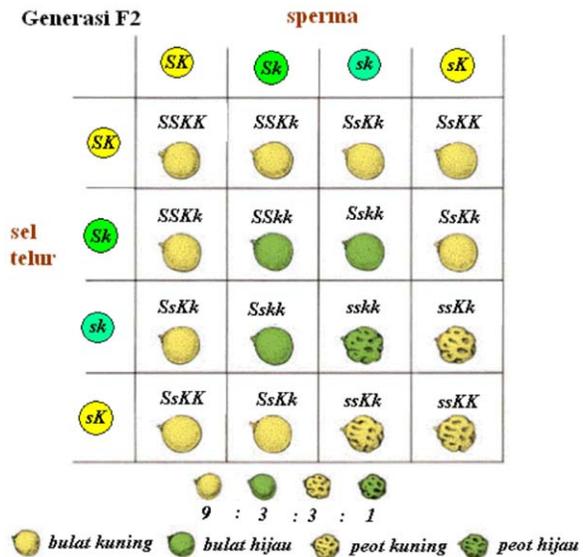
Maka ketika pohon keduanya dikawinkan akan terjadi persilangan antara genotip  $SSKK$  dengan genotip  $sskk$ , seperti pada Gambar 2.18. Hasil perkawinan menunjukkan generasi F1 memiliki genotip  $SsKk$  semua.

Jika *SS* dan *KK* adalah sifat yang dominan sedangkan *ss* dan *kk* menunjukkan sifat gen resesif, maka biji yang dihasilkan akan berbentuk bulat dan berwarna kuning semua. Generasi F1, *SsKk* dikawinkan dengan sesama *SsKk*, maka akan muncul generasi F2 dengan perbandingan fenotip bulat kuning : bulat hijau : kuning kisut : kisut hijau adalah 9 : 3 : 3 : 1 (Gambar 2.19).



Gambar 2.18 Generasi F1 dihibrid

Sumber: <http://www.emc.maricopa.edu/> dengan penyesuaian



Gambar 2.19 generasi F2 dihibrid

Sumber : <http://www.emc.maricopa.edu/>

### Latihan 2.3

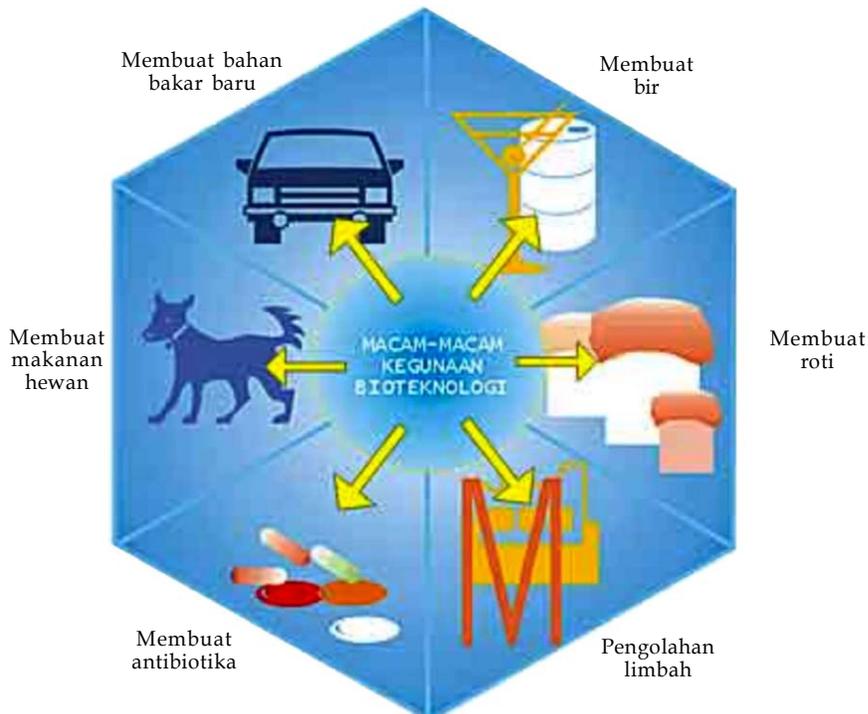
1. Tentukan macam gamet dari induk bergenotif *MM* dan *Mm*!
2. Orang berkulit hitam menikah dengan orang berkulit putih. Jika hitam adalah dominan dan putih resesif, tentukan genotip untuk hitam dan putih serta genotip dan fenotip yang akan terbentuk pada generasi F1!
3. Mawar dengan genotip *Mm* (Merah) dikawinsilangkan dengan mawar bergenotip *mm*(putih). Tentukan fenotip dan genotip yang terbentuk pada generasi F1!
4. Kacang ercis berbunga ungu dan berbatang tinggi (*UUTT*) disilangkan dengan kacang ercis berbunga putih dan berbatang pendek (*uutt*). Jika ungu dominan terhadap putih dan batang tinggi dominan terhadap pendek,tentukan fenotip dan genotif generasi pertama dan keduanya!
5. Mawar merah berduri (*MmDD*) disilangkan dengan Mawar putih tanpa duri (*mmdd*). Tentukan fenotip dan genotip generasi pertama dan keduanya!

## 2.4 Bioteknologi

Bioteknologi adalah penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa genetika secara terpadu, untuk menghasilkan barang atau lainnya bagi kepentingan manusia. Biokimia mempelajari struktur kimiawi organisme. Rekayasa genetika adalah aplikasi genetik dengan mentransplantasi gen dari satu organisme ke organisme lain.

Bioteknologi berasal dari kata bio dan teknologi. Bio sendiri berarti hidup, maka bioteknologi adalah teknologi yang memanfaatkan organisme makhluk hidup. Sehingga ciri utama bioteknologi adanya aspek biologis berupa mikroorganisme, tumbuhan atau hewan. Bioteknologi juga mempunyai ciri adanya pendaugunaan secara teknologi dan industri serta produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian

Bioteknologi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia, seperti kebutuhan pangan. Kebutuhan manusia yang sangat beragam dan didorong oleh ketersediaan alam serta perubahannya. Menipisnya minyak Bumi mendorong kita untuk mencari bahan bakar baru. Terjadinya polusi membuat kita memerlukan teknik pengolahan limbah dan pembuatan air bersih. Masalah kesehatan juga dapat diupayakan melalui penemuan jenis obat baru seperti antibiotik (Gambar 2.20).



**Gambar 2.20** Kegunaan Bioteknologi untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Sumber : <http://digilib.brawijaya.ac.id/>

Bioteknologi sudah ada sejak jaman dulu. Misalnya dalam teknik pembuatan tape dibuat dengan menggunakan sejenis jamur yang kita kenal sebagai ragi. Pembuatan tape, tauco, nata de coco juga merupakan produk bioteknologi. Beberapa makanan hasil bioteknologi tampak pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Hasil bioteknologi sederhana

Hasil Fermentasi	Mikroorganisme Fermentasi
Tape	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Tempe	<i>Rhizopus oryzae</i>
Oncom	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Yogurt	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Terasi	<i>Lactobacillus</i>
Pindang makasar	<i>Lactobacillus</i>
Alkohol	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Asam cuka	<i>Acetobacter aceti</i>
Kecap	<i>Aspergillus soyae dan pediococcus</i>

Penggunaan mikroba masih secara tradisional dalam produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan. Hal tersebut merupakan generasi era pertama bioteknologi atau disebut juga bioteknologi sederhana.

Setelah penggunaan bioteknologi sederhana, bioteknologi berkembang ke arah proses berlangsung dalam keadaan tidak steril. Bioteknologi yang berkembang antara lain produksi bahan kimia, aseton, asam sitrat, pengolahan air limbah, dan pembuatan kompos.

Bioteknologi yang diterapkan semakin berkembang sesuai perkembangan teknologi yang lain. Bioteknologi kemudian masuk dalam era bioteknologi yang menerapkan proses dalam kondisi steril. Bioteknologi generasi ketiga ini antara lain mengembangkan produksi antibiotik dan hormon.

Pengembangan teknologi yang semakin canggih diikuti perkembangan bioteknologi dan memasuki tahap bioteknologi baru. Bioteknologi generasi baru mengembangkan penelitian dan pembuatan hormon insulin untuk mengatasi diabetes, interferon, antibodi monoklonal.

Bioteknologi bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup dari manusia dengan memanfaatkan alam. Peningkatan kualitas hidup manusia melalui bioteknologi dapat berupa teknologi yang menunjang peningkatan produksi pangan dan produk lain yang menunjang kegiatan manusia lainnya.

Peningkatan produksi pangan dapat dilakukan dengan melakukan upaya rekayasa genetika. Rekayasa genetika merupakan bioteknologi yang menerapkan perubahan sifat suatu makhluk hidup, misalnya perubahan sifat dari padi pada jagung.

Padi yang ditanam para petani biasanya memiliki waktu tanam sekitar 6 bulan untuk dapat dipanen. Padi yang ditanam juga menghasilkan butir padi yang tidak terlalu banyak, selain itu padi memiliki ukuran tinggi dan jumlah daun yang banyak sehingga membutuhkan banyak pupuk. Hal itu menyebabkan para petani hanya memperoleh padi sedikit dalam enam bulan, sedangkan biaya tanam yang mahal sehingga tidak sedikit petani yang mengalami kerugian bila permasalahan ditambah dengan gangguan hama dan penyakit. Belum lagi ada gangguan dari curah hujan.

Penerapan teknologi nuklir dapat dilakukan untuk merubah sifat dari padi. Melalui rekayasa genetika padi berumur sekitar 100 hari dapat dibuat. Hal ini membuat petani dapat melakukan panen 3 kali dalam setahun. Rekayasa genetika juga dapat mengubah padi menjadi berukuran pendek dan berbutir padi. Hal ini akan membuat hasil panen lebih banyak dan pupuk yang dikeluarkan lebih sedikit. Petani memperoleh hasil panen dengan penggunaan pupuk sedikit karena menggunakan bibit padi pendek dan butir banyak. Padi yang tahan terhadap penyakit juga dapat dibuat untuk mengurangi risiko gagal panen.

Bioteknologi juga dapat mendorong penciptaan lapangan kerja baru. Misalnya para petani kelapa dulu hanya memanfaatkan sabut, buah kelapa atau tempurungnya saja, sedangkan air kelapanya dibuang. Dengan terciptanya teknologi, air kelapa dapat diolah menjadi *nata de coco* dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bioteknologi juga dapat menjadi lahan kerja baru yang menghasilkan uang. Dengan lapangan kerja baru maka kualitas hidup beberapa orang terangkat.

Bioteknologi juga berperan dalam menciptakan beberapa obat-obatan. *Penicillium* yaitu sejenis jamur yang kemudian dimanfaatkan menjadi obat antibiotik yang kita kenal sebagai penisilin. Obat lain seperti streptomisin dan amoxilin merupakan obat-obatan produk bioteknologi lainnya.

### Percobaan 2.1

### Pembuatan Tape Ketan

**Tujuan percobaan :** siswa mengetahui dan dapat mempraktikkan pembuatan tape ketan

**Alat dan Bahan :** Panci atau dandang, kompor, tampah, plastik, daun pisang, 1,5 kg beras ketan, dan ragi tape.

#### Langkah Percobaan:

1. Bersihkan beras ketan, kemudian tiriskan.
2. Rendam beras ketan di dalam air dingin selama 12-18 jam, kemudian tiriskan.
3. Kukus beras ketan dalam panci atau dandang hingga menjadi nasi ketan.
4. Dinginkan ketan di atas daun pisang atau plastik pada tampah.
5. Setelah dingin, taburkan 2-3 buah ragi yang telah ditumbuk halus di atas ketan.
6. Bungkus nasi ketan yang telah ditaburi ragi dengan daun pisang atau plastik yang telah ditusuk jarum.



### Latihan 2.4

1. Definisikan pengertian bioteknologi!
2. Kemukakan minimal dua keuntungan pemanfaatan bioteknologi dalam produksi pangan!
3. Bagaimana cara pembuatan tape singkong? Kenapa caranya termasuk dalam bioteknologi?
4. Jelaskan keterkaitan bioteknologi dan perekonomian!
5. Apa yang dimaksud dengan rekayasa genetika? Apa hubungannya dengan peningkatan kualitas pangan?

### Rangkuman

- Setiap makhluk hidup memerlukan lingkungan yang sesuai untuk dapat melaksanakan fungsi hidupnya.
- Adaptasi adalah sikap makhluk hidup yang menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungannya untuk bertahan hidup. Adaptasi dapat dilakukan dengan mengubah pola makan, morfologi tubuh, melakukan hibernasi, dan beragam perubahan lainnya untuk dapat bertahan hidup.
- Adaptasi yang terjadi dalam waktu lama dan berlangsung terus menerus, pada suatu saat akan menghasilkan keturunan yang berbeda dengan nenek moyangnya. Proses tersebut disebut dengan evolusi. Evolusi pada makhluk hidup dapat dibuktikan dengan adanya penemuan fosil.
- Punahnya suatu makhluk hidup atau bertahannya terhadap perubahan alam dikenal sebagai istilah seleksi alam. Pemikiran ini pertama kali dikemukakan oleh Lamarck. Seleksi alam juga dapat terjadi akibat kepadatan populasi.
- Perkembangbiakan dilakukan oleh makhluk hidup untuk menghindari kepunahan spesiesnya.
- Sifat dari suatu individu ditentukan oleh gen yang diwariskan dari orang tuanya dalam suatu rangkaian DNA yang terdapat dalam kromosom.
- Genotip merupakan bentuk atau susunan genetik suatu sifat yang dimiliki oleh individu. Setiap gen dilambangkan dengan huruf Latin, kapital, dan kecil. Fenotip merupakan penampakan dari sifat yang dimiliki oleh individu.
- Gen manusia memiliki 22 kromosom yang menentukan sifat manusia dan 1 pasang yang menentukan jenis kelamin.
- Generasi pertama disebut filial pertama (F1), sedangkan generasi turunan filial ke 1 disebut filial ke 2 (F2).
- Dominan didefinisikan sebagai sifat yang muncul pada F1 atau filial pertama dari perkawinan silang dua sifat yang berbeda. Sebaliknya resesif adalah sifat yang tidak nampak dan muncul hanya ketika sifat dominan tidak ada.

- Intermediet adalah kondisi dimana tidak ada yang dominan satu dari yang lain.
- Perkawinan dua individu berbeda disebut persilangan. Kawin silang yang hanya memperhatikan satu sifat beda disebut persilangan monohibrid. Kawin silang antara dua individu dengan mengamati dua sifat yang berbeda disebut persilangan dihibrid.
- Bioteknologi adalah teknologi yang memanfaatkan organisme. Bioteknologi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti kebutuhan pangan, bahan bakar, kesehatan dan perbaikan lingkungan.
- Rekayasa genetika merupakan bioteknologi yang menerapkan perubahan sifat suatu makhluk hidup.

## Refleksi

Tahukah kalian apa itu dinosaurus? Ya, dinosaurus adalah jenis reptil yang diperkirakan hidup pada ratusan juta tahun yang lalu. Mengapa sekarang kita tidak dapat menemukan dinosaurus? Ya, dinosaurus telah mengalami kepunahan diakibatkan tidak lolos seleksi alam. Dinosaurus tidak dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya karena tidak dapat beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan yang terjadi. Hanya organisme dengan sifat tertentu yang dapat beradaptasi dan mempertahankan kelangsungan hidupnya.

## Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Alam membuat beberapa makhluk hidup tetap hidup dan membuat yang lain musnah, hal itu disebut dengan ....
 

A. adaptasi	D. mutasi
B. seleksi alam	E. hereditas
C. hibernasi	
2. Berikut ini merupakan langkah adaptasi yang dilakukan oleh hewan, *kecuali* ....
  - A. kerang merubah bentuk cangkang
  - B. jerapah memiliki leher yang panjang
  - C. srigala memakan buah-buahan
  - D. burung pelatuk berparuh tajam
  - E. kambing berkepala dua



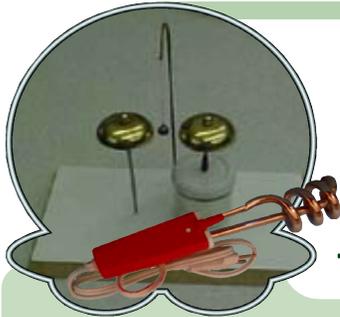
3. Bentuk kuda yang terdapat pada 25 juta tahun yang lalu disebut ....
  - A. hyracotherium
  - B. mesohiphus
  - C. hipparion
  - D. pliohippus
  - E. equus
4. Tujuan makhluk hidup berkembang biak adalah ....
  - A. untuk meningkatkan persaingan
  - B. untuk menambah populasi
  - C. untuk menghindari kepunahan
  - D. untuk membuat kerajaan spesiesnya
  - E. untuk menguasai wilayah tertentu
5. Tidur panjang beruang kutub sepanjang musim salju disebut sebagai ....
  - A. hibernasi
  - B. reproduksi
  - C. adaptasi
  - D. estivasi
  - E. seleksi alam
6. Binatang yang mengalami kepunahan akibat seleksi alam, yaitu ....
  - A. komodo
  - B. kura-kura galapagos
  - C. mamoth
  - D. elang botak
  - E. beruang kutub
7. Perubahan paruh pada burung pipit merupakan adaptasi yang disebabkan oleh ....
  - A. ketersediaan makanan
  - B. kepadatan populasi
  - C. bencana alam
  - D. perubahan musim
  - E. ancaman dari hewan lain
8. Materi genetik yang bertanggung jawab dalam penurunan sifat adalah ....
  - A. lisosom
  - B. ribosom
  - C. kromosom
  - D. sitosol
  - E. nukleous
9. Manusia memiliki jenis kelamin wanita yang normal jika memiliki genotip ....
  - A. XY
  - B. XX
  - C. YY
  - D. X
  - E. XXY
10. Jika warna hitam (HH) pada bulu kucing adalah dominan, sedangkan warna bulu kuning keemasan(hh) resesif, maka kucing dengan genotip Hh akan memiliki warna ....
  - A. hitam
  - B. kuning keemasan
  - C. kuning kehitaman
  - D. belang kuning hitam
  - E. putih

11. Ketika bunga mawar merah dikawin silang dengan mawar putih, bunga hasil persilangan menunjukkan warna bunga mawar berwarna merah muda, maka warna merah bersifat ....
- A. dominan  
B. resesif  
C. intermediet  
D. kodominan  
E. nondominan
12. Dalam suatu keluarga terdapat lima generasi, kakek buyut-kakek-ayah-anak-cucu, maka yang merupakan filial 1 adalah ....
- A. kakek buyut  
B. kakek  
C. ayah  
D. anak  
E. cucu
13. Kacang ercis berbunga ungu dikawin silang dengan yang berbunga putih, jika ungu dominan sedang putih resesif maka perbandingan fenotip dari bunga ungu dan putih pada filial ke-2 adalah ....
- A. 1 : 1  
B. 1 : 2 : 1  
C. 1 : 3  
D. 3 : 1  
E. 1 : 3 : 3 : 1
14. Jika seseorang memiliki genotip Kk, dengan K rambut keriting dan k rambut lurus. Maka pernyataan yang benar tentang gen orang tersebut adalah ....
- A. rambut keriting dominan  
B. rambut keriting resesif  
C. rambut lurus dominan  
D. rambut lurus intermediet  
E. rambut keriting intermediet
15. Jika K adalah kuning, k adalah hijau, B adalah bulat dan b adalah keriput, maka biji kacang ercis yang bentuknya bulat kuning akan memiliki genotip berikut, *kecuali* ....
- A. KKBB  
B. KKBb  
C. KkBb  
D. KkBB  
E. KKbb
16. Berikut merupakan kegunaan bioteknologi, *kecuali* ....
- A. membuat bahan bakar biodiesel  
B. membuat penisilin untuk obat sipilis  
C. pembuatan tape singkong dengan ragi  
D. membuat jagung transgenik  
E. membuat mobil tenaga surya



17. Penggunaan bakteri *Lactobacillus*, terdapat pada pembuatan ....
- A. tape
  - B. tempe
  - C. oncom
  - D. terasi
  - E. kecap
18. Bioteknologi yang menerapkan proses steril terdapat pada produksi ....
- A. asam asetat
  - B. asam nitrat
  - C. alkohol
  - D. pengolahan limbah
  - E. pembuatan kompos
19. Penggunaan bioteknologi dengan menghasilkan bibit unggul yang baru akan memberikan manfaat berikut, *kecuali* ....
- A. menurunkan biaya produksi
  - B. melimpahkan hasil panen
  - C. mempersingkat masa panen
  - D. meningkatkan harga beras
  - E. menghemat pupuk
20. Hewan berikut mengatasi musim dingin dengan tidur panjang, *kecuali* ....
- A. srigala
  - B. beruang
  - C. kelelawar
  - D. sigung
  - E. tupai tanah

## Bab 3



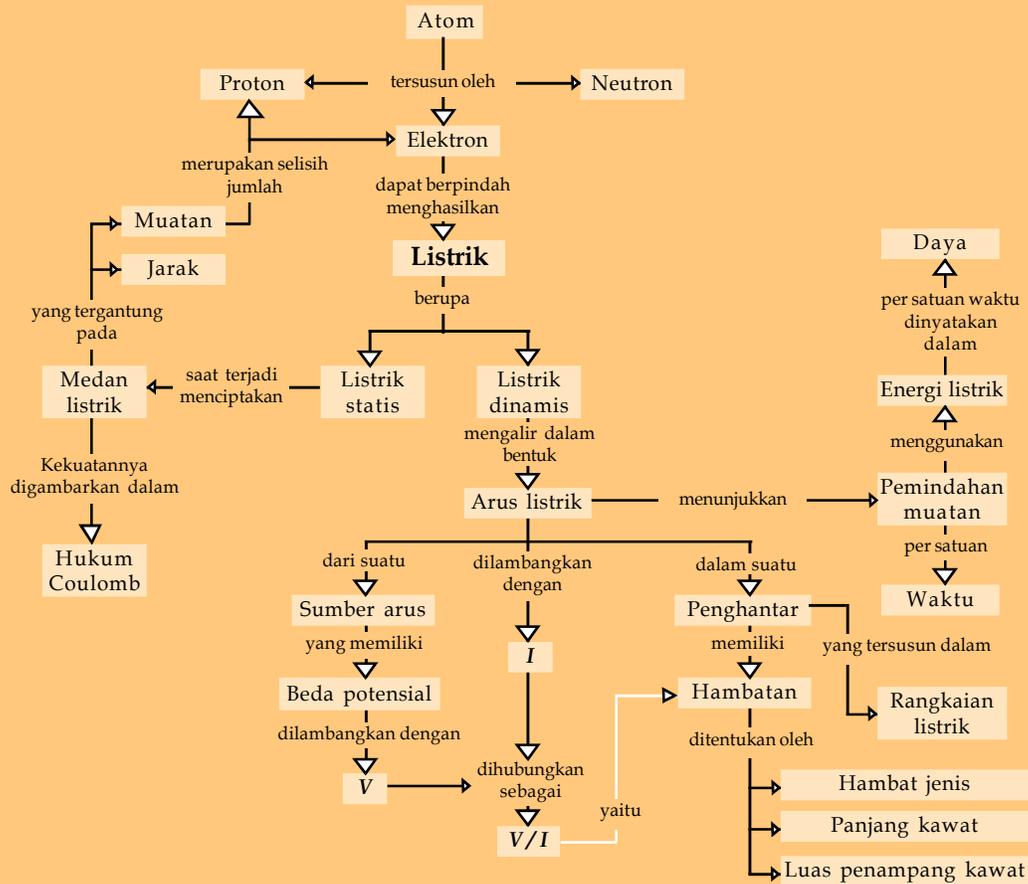
# Listrik

## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendeskripsikan muatan listrik untuk memahami gejala-gejala listrik statis serta kaitannya dalam kehidupan sehari-hari;
- menganalisis percobaan listrik dinamis dalam suatu rangkaian serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- mendeskripsikan prinsip kerja elemen dan arus listrik yang ditimbulkannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari;
- mendeskripsikan hubungan energi dan daya listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

## Peta Konsep





Ibu dan anak pada gambar di samping sedang menikmati efek pemuatan listrik pada tubuh mereka. Generator yang mereka pegang menjadikan rambut mereka bermuatan listrik, akibatnya pada rambut akan timbul interaksi listrik berupa gaya tolak-menolak, hal inilah yang menyebabkan rambut mereka terlihat seperti pada gambar.

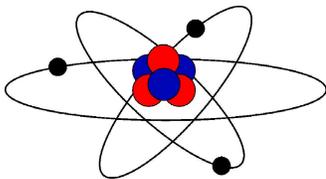
**Gambar 3.1** Efek pemuatan listrik

Sumber: Serway Jewett, *Physics for scientists and Engineers 6th edition*,

### 3.1 Listrik Statis

Apakah kamu pernah melihat rambut seseorang berdiri ketika dia melepas topinya? Kenapa hal itu bisa terjadi? Jawabannya adalah adanya listrik statis. Apa itu listrik statis?

Untuk memahami listrik statis kita awali dengan memahami sifat dari suatu materi. Dengan kata lain terbuat dari apa benda-benda di sekitar kita. Apapun bendanya yang pasti semua benda tersusun dari gabungan dan kombinasi atom-atom.

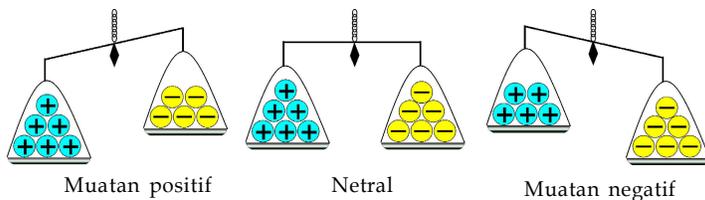


**Gambar 3.2** Struktur atom  
<http://www.sciencemadesimple.com/>

Atom merupakan bagian terkecil dari suatu materi. Atom terdiri dari inti atom dan kulit atom. Dalam inti atom terdapat partikel penyusun atom yaitu neutron dan proton. Pada kulit atom terdapat elektron yang bergerak mengelilingi inti atom. Atom satu dengan atom yang lain dibedakan berdasarkan jumlah proton. (Gambar 3.1)

Proton, neutron dan elektron memiliki karakter yang berbeda. Salah satunya berbeda dalam muatan listriknya. Proton bermuatan positif (+), elektron bermuatan negatif (-) dan neutron tidak bermuatan atau netral.

Jika jumlah proton lebih banyak daripada jumlah elektron, maka atom akan bermuatan positif. Sebaliknya jika jumlah proton lebih sedikit daripada jumlah elektron maka atom akan bermuatan negatif. Bila proton dan elektron berjumlah sama, maka atom akan bersifat netral. Hal di atas dapat diilustrasikan oleh (Gambar 3.2)



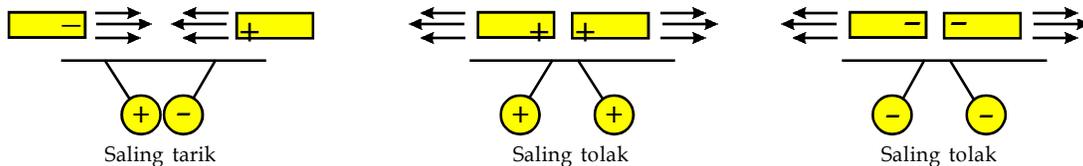
**Gambar 3.3** Jumlah proton dan elektron pada pembentukan muatan

Sumber: dokumentasi penulis

Atom biasanya bermuatan netral dengan memiliki jumlah proton yang sama dengan jumlah elektron. Elektron yang berada pada kulit atom bergerak berputar mengelilingi inti. Elektron juga dapat berpindah dari satu atom ke atom lain, sedangkan proton tidak. Hal ini menyebabkan atom



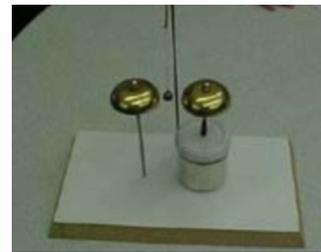
memiliki perbedaan antara jumlah proton dan elektron. Saat elektron meninggalkan suatu atom, atom yang ditinggalkan memiliki jumlah elektron yang lebih sedikit dibanding proton, sehingga atom bermuatan positif. Saat suatu atom menerima elektron dari atom lain, jumlah elektron pada atom tersebut lebih banyak dari jumlah proton sehingga atom menjadi bermuatan negatif. Atom yang memiliki muatan disebut ion. (Gambar 3.2)



**Gambar 3.4** Gaya tarik dan tolak antar muatan

Sumber: dokumentasi penulis

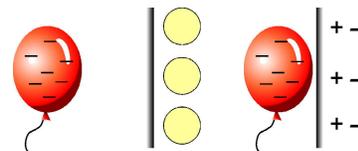
Muatan negatif dan muatan positif akan saling tarik menarik, sedangkan muatan yang sama positif dan positif atau negatif dan negatif akan tolak menolak. (Gambar 3.3). Sifat muatan yang saling tarik jika berbeda dan saling tolak jika muatannya sama dapat dimanfaatkan untuk menjadi sebuah alat yang disebut bel Leyden. (Gambar 3.4 )



**Gambar 3.5** Bel Leyden

Sumber : <http://www.webring.org/>

Bagaimana elektron dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain? Orang biasa menggosokkan dua benda. Saat kamu menggosokkan balon pada rambutmu berarti kamu memberikan muatan negatif pada balon. Dan balon akan menempel pada dinding yang bermuatan netral (Gambar 3.5). Ini menunjukkan bahwa benda yang bermuatan pun akan menarik benda yang netral. Menempelnya balon yang bermuatan negatif membuat timbulnya bagian bermuatan positif dan negatif pada dinding. Dinding yang dekat balon yang bermuatan negatif akan bermuatan positif sedangkan yang sebelah dalam bermuatan negatif. Hal seperti ini disebut induksi listrik.



**Gambar 3.6** Balon yang menempel di dinding

Sumber : [http://www.science made simple.com /](http://www.science made simple.com/)

Saat terjadi listrik statis, tidak ada elektron yang terbentuk atau pun hilang, begitu juga dengan proton. Benda yang bermuatan akan menciptakan medan listrik yang tidak terlihat di sekitarnya. Kekuatan medan listrik ini tergantung pada besarnya muatan, jarak dan bentuk benda.

Charles Coulomb adalah ilmuwan yang pertama kali menggambarkan kekuatan medan listrik ini pada tahun 1780. Coulomb menemukan pada titik tertentu akan mengalami gaya listrik yang berbeda tergantung pada hasil kali dari muatan.

Percobaan yang dilakukan Coulomb menunjukkan bahwa gaya listrik antara dua benda bermuatan sebanding dengan muatan masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dua benda tersebut. Pernyataan di atas dikenal sebagai hukum Coulomb.





### Percobaan 3.1

### Sifat Muatan Listrik

**Tujuan percobaan:** siswa mengetahui sifat muatan listrik pada listrik statis,

**Alat dan Bahan:** statif, klem, penjepit, benang, batang plastik PVC, batang flexiglass, Wol/sutra

**Langkah Percobaan:**

1. Gosokan kedua batang PVC masing-masing salah satu ujungnya dengan wol hingga agak panas (cara penggosokan satu arah),
2. Gantung satu batang pada statif dan yang lain dipegang!
3. Dekatkan kedua ujung-ujung batang PVC tanpa bersentuhan ! Amati !
4. Ulangi langkah 1 sampai 3 dengan menggunakan batang PVC dan *flexiglass*!
5. Ulangi langkah 1 sampai 3 dengan menggunakan *flexiglass* dan *flexiglass*!
6. Buatlah kesimpulan dari hasil percobaanmu !

### Latihan 3.1

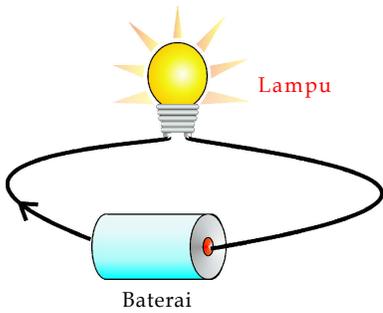
1. Jelaskan dengan teori elektron, proses benda tertentu dapat bermuatan listrik bila digosok!
2. Berilah contoh peristiwa yang dapat menghasilkan benda sehingga dapat bermuatan listrik!
3. Bagaimanakah bunyi hukum Coulomb ?
4. Tentukan besar gaya tolak atau gaya tarik, bila dua benda bermuatan listrik  $+2C$  dan  $-3 C$  berada pada jarak 20 cm!
5. Apa yang dimaksud dengan :
  - a. medan listrik,
  - b. induksi listrik?

### Info

#### Apa Sajakah Yang Diincar Petir?

Petir biasanya menyambar benda - benda tinggi seperti gedung dan pepohonan. Petir juga menyambar benda-benda logam. Kadang kala petir bahkan menyambar ujung logam payung atau penjepit rambut. Maka jika kamu bermain di lapangan atau taman terbuka yang tidak ada benda tingginya, begitu awan badai datang cepat - cepatlah masuk rumah.

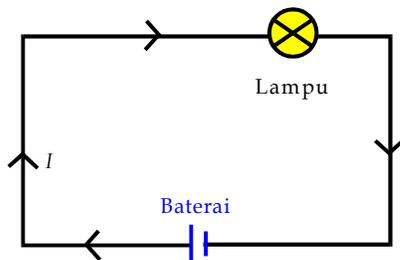




**Gambar 3.8** Aliran Isitrik  
Sumber: dokumentasi penulis

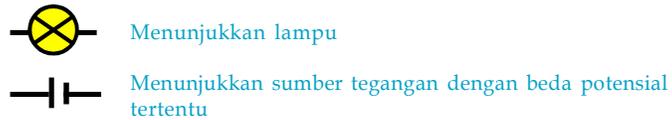
### 3.2 Listrik Dinamis

Pada pelajaran listrik statis, kamu telah mempelajari bahwa elektron membawa muatan listrik negatif. Namun pada listrik statis elektron tidak mengalir dan tidak dimanfaatkan sebagai aliran listrik. Pada listrik dinamis sifat elektron yang mudah berpindah-pindah dimanfaatkan melalui suatu penghantar (konduktor), sebagai aliran listrik.



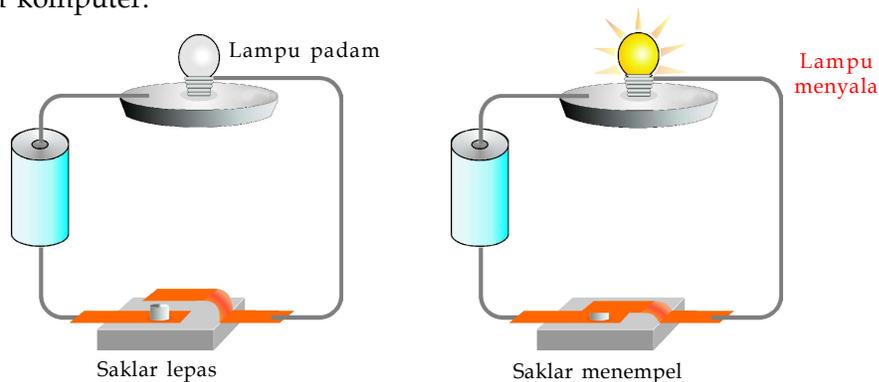
**Gambar 3.9.** Diagram rangkaian listrik  
Sumber : dokumentasi penulis

Pada rangkaian listrik dimana listrik mengalir sesuai Gambar 3.7, jika dibuat diagram akan tampak sebagai Gambar 3.8.



Arus listrik ( $I$ ), mengalir sepanjang kabel dari kutub positif ke kutub negatif sumber tegangan melalui hambatan dalam kabel dan membuat lampu menyala.

Dalam rangkaian listrik pun selalu dihubungkan dengan sakelar. Sakelar adalah alat untuk melewatkan atau memutuskan arus dalam suatu rangkaian listrik. Ada 2 jenis sakelar, yaitu sakelar manual dan sakelar otomatis. Sakelar manual dioperasikan dengan tangan, biasanya dipasang di rumah untuk menyalakan atau mematikan lampu. Sakelar otomatis biasanya dipakai untuk menyalakan lampu pengatur lalu lintas di jalan raya, untuk jaringan telepon dan komputer.



**Gambar 3.10.** Rangkaian dengan (a) sakelar lepas (b) sakelar menempel  
Sumber: dokumentasi penulis



Saat sakelar lepas, arus listrik tidak dapat mengalir dalam rangkaian sehingga lampu pun tidak menyala (Gambar 3.9 (a)) Saat sakelar menempel, maka lampu akan menyala karena arus listrik dapat mengalir dalam rangkaian.

## A. Arus Listrik

Arus listrik merupakan besaran dengan lambang  $I$ . Pengukuran arus listrik dilakukan dengan cara memasang alat ukur arus secara seri dengan rangkaian. Jika 1 coulomb elektron lewat setiap detiknya maka kita katakan arusnya 1 ampere, jika 2 coulomb perdetik maka kita sebut sebagai 2 ampere.

$$1 \text{ ampere} = 1 \text{ coulomb perdetik}$$

Maka jika buat rumusan antara arus listrik, muatan yang dipindahkan dan waktu, maka kita peroleh persamaan :

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{Dengan: } I = \text{kuat arus (A)}$$

$$q = \text{muatan (C)}$$

$$t = \text{waktu(s)}$$

Satuan kuat arus adalah coulomb/sekon (C/s) atau Ampere(A). Satuan kuat arus yang lebih kecil adalah miliampere (mA) dan mikroampere ( $\mu\text{A}$ ) :

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A} \quad \text{dan} \quad 1 \mu\text{A} = 0,000001 \text{ A}$$

### Contoh soal

Suatu rangkaian listrik memiliki arus listrik 0,5 A. Tentukan jumlah muatan yang dipindahkan rangkaian tersebut dalam 1 menit !

**Penyelesaian:**

$$\text{Diketahui : } t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$$

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

Ditanyakan :  $q$  ?

$$\text{Jawab : } I = \frac{q}{t}$$

$$0,5 \text{ A} = \frac{q}{60 \text{ s}}$$

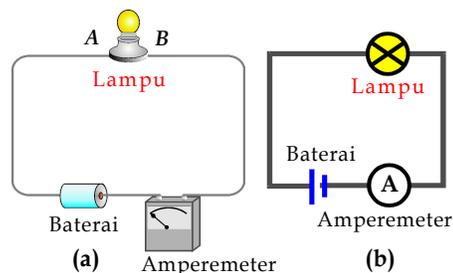
$$q = 0,5 \times 60 = 30 \text{ C}$$



Gambar 3.11 Amperemeter

Sumber: dokumentasi penulis

Amperemeter adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian (Gambar 3.10). Amperemeter dipasang secara seri dengan hambatan dan lampu (Gambar 3.11(a)). Dengan demikian arus yang hendak diukur mengalir semua melalui amperemeter. Di dalam diagram rangkaian, amperemeter ditandai dengan huruf A. (Gambar 3.11(b)).



Gambar 3.12 Pengukuran kuat arus listrik

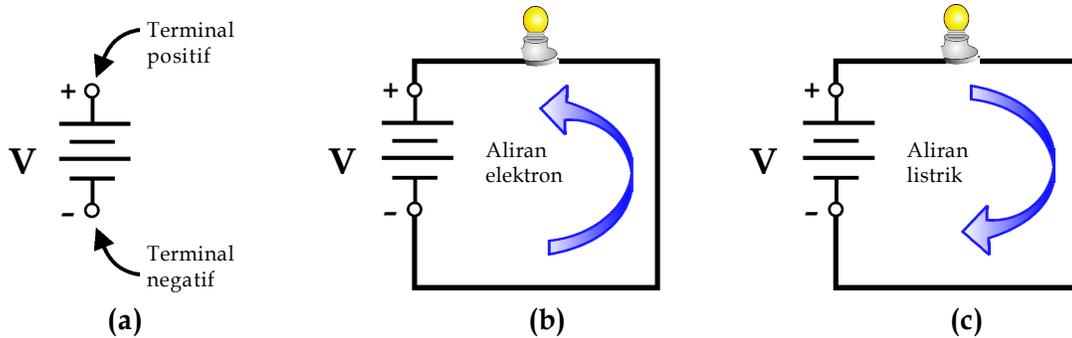
Sumber: dokumentasi penulis



Arus listrik hanya terjadi dalam suatu rangkaian tertutup. Rangkaian tertutup adalah rangkaian yang tidak memiliki ujung pangkal. Di luar sumber tegangan, arus listrik mengalir dari kutub positif ke kutub negatif. Sebaliknya, di dalam sumber tegangan, arus listrik mengalir dari kutub negatif ke kutub positif.

## B. Beda Potensial

Aliran listrik terjadi karena elektron berpindah dari tempat yang potensialnya rendah ke tempat yang potensialnya tinggi. Meskipun arus listrik ditimbulkan oleh elektron, tetapi arah arus listrik berlawanan dengan arah gerak elektron. Elektron bergerak dari potensial rendah menuju potensial tinggi. Sebaliknya, arus listrik mengalir dari potensial tinggi menuju potensial rendah. (Gambar 3.12)



**Gambar 3.13** (a) terminal sumber tegangan (b) arah aliran elektron (c) arah aliran listrik

Lambang V pada Gambar 3.12 adalah beda potensial listrik disebut juga tegangan listrik atau voltase. Beda potensial dapat didefinisikan sebagai selisih potensial antara dua titik dalam suatu penghantar. Jika suatu penghantar memiliki potensial di titik A sebesar  $V_A$  dan di titik B sebesar  $V_B$ , dengan  $V_B > V_A$ , maka beda potensial antara titik A dan B atau  $V_{AB}$  dapat ditulis sebagai:

$$V_{AB} = V_B - V_A$$



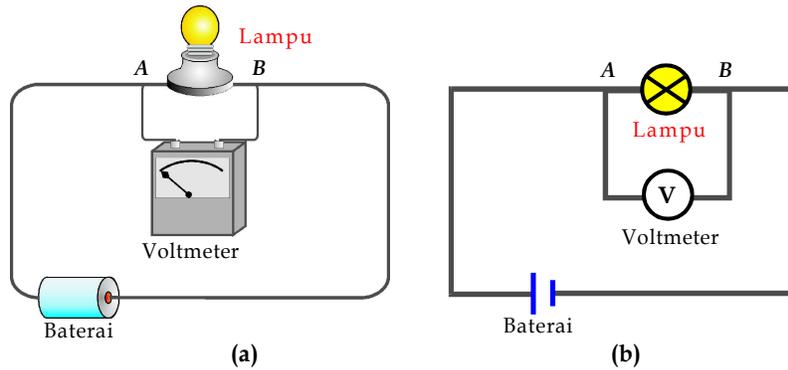
**Gambar 3.14** Voltmeter  
Sumber: dokumentasi penulis

Beda potensial antara dua titik pada suatu penghantar dapat ditimbulkan jika kedua titik tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan. Kemampuan suatu sumber tegangan untuk mengalirkan elektron berbeda-beda. Perbedaannya tergantung pada perbedaannya. Kita ibaratkan aliran listrik sebagai aliran air, semakin tinggi tempat asal air semakin deras air yang jatuh.

Beda potensial dalam satuan SI memiliki lambang V dengan satuan volt. Alat untuk mengukur beda potensial disebut voltmeter. (Gambar 3.13). Alat ini dipasang di antara dua titik pada sumber listrik atau peralatan listrik yang akan



diukur beda potensialnya. (Gambar 3.14 (a)). Voltmeter dihubungkan dengan rangkaian secara paralel dan sejajar dengan lampu. Di dalam diagram suatu rangkaian, voltmeter ditandai dengan huruf V. (Gambar 3.14 (b)). Perlu diperhatikan bahwa voltmeter mengukur beda potensial antara titik A dan B, bukan potensial listriknya.



Gambar 3.15 Voltmeter mengukur beda potensial antara titik A dan B  
Sumber: dokumentasi penulis

### Percobaan 3.2

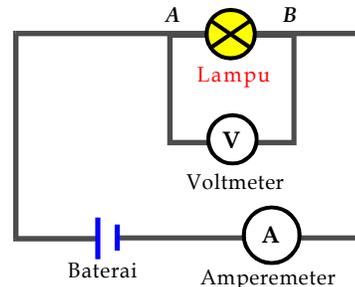
### Hubungan Arus Listrik dan Beda Potensial

- Tujuan percobaan:**
- siswa mampu membuat rangkaian listrik sesuai diagram,
  - siswa mampu menyelidiki hubungan antara arus listrik dan beda potensial dalam suatu rangkaian listrik.

**Alat dan Bahan:** baterai, voltmeter, amperemeter, kabel, lampu

#### Langkah Percobaan:

1. Susunlah alat seperti pada Gambar 3.15
2. Mula-mula gunakan satu baterai. Catat angka yang ditunjukkan dalam amperemeter dan voltmeter
3. Tambahkan satu baterai dan catat angka yang ditunjukkan dalam amperemeter dan voltmeter!
4. Tambahkan kembali satu baterai dan catat angka yang ditunjukkan dalam amperemeter dan voltmeter!
5. Buatlah perbandingan antara kuat arus ( $I$ ) dan beda potensial dalam setiap pengamatan!
6. Buatlah grafik perbandingan antara nilai arus ( $I$ ) pada sumbu x dan beda potensial ( $V$ ) pada sumbu y!
7. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang kamu lakukan!

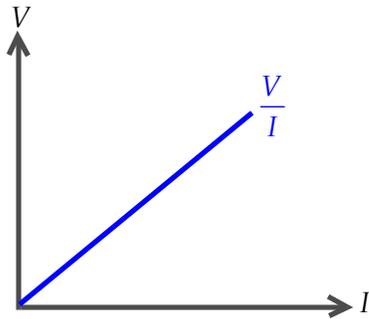


Gambar 3.16 Pengukuran kuat arus dan beda potensial

Sumber: dokumentasi penulis



### C. Hambatan



Gambar 3.17 Perbandingan V dan I

Hubungan antara kuat arus listrik dan beda potensial pertama kali dikemukakan oleh George Simon Ohm, dan dikenal sebagai Hukum Ohm.

Menurut Ohm, nilai perbandingan antara beda potensial dan arus yang mengalir merupakan suatu nilai tetap yang disebut sebagai hambatan. Hambatan atau resistensi memiliki lambang R. Dalam satuan SI hambatan (R), dinyatakan dalam satuan volt per ampere atau ohm dan disingkat Ω. Dengan demikian Hukum Ohm dapat dituliskan sebagai :

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

Keterangan :

V = beda potensial = beda tegangan (V)

I = kuat arus listrik (A)

R = Hambatan listrik (Ω)

#### Contoh soal

Suatu rangkaian memiliki tegangan 150 V dan kuat arus 3 A. Tentukan besar hambatan dalam rangkaian tersebut !

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $V = 150 \text{ V}$

$I = 3 \text{ A}$

Ditanyakan :  $R ?$

Jawab :

$$R = \frac{V}{I}$$
$$= \frac{150\text{V}}{3\text{A}} = 50 \Omega$$

Hambatan dalam suatu rangkaian dapat disusun secara seri ataupun paralel. Rangkaian hambatan seri adalah beberapa hambatan disusun secara berurutan. (Gambar 3.17)



Gambar 3.18 Rangkaian hambatan seri



Pada rangkaian hambatan seri  $R_1, R_2, R_3, \dots$  dapat diganti dengan hambatan pengganti  $R_s$ , dengan besar  $R_s$  ditentukan dengan rumus :

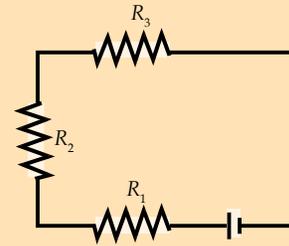
$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

### Contoh soal

Dengan  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$  dan  $R_3 = 5 \Omega$ . Tentukan hambatan pengganti untuk rangkaian di samping !

**Penyelesaian :**

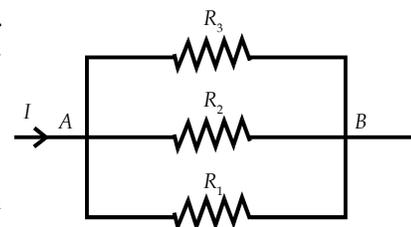
$$\begin{aligned} R_s &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 3 \Omega + 2 \Omega + 5 \Omega \\ &= 10 \Omega \end{aligned}$$



Rangkaian hambatan dapat juga disusun paralel. Pada hambatan paralel hambatan disusun berdampingan dengan ujung hambatan satu berhubungan dengan ujung hambatan lain. Perhatikan Gambar 3.18.

Hambatan paralel  $R_1, R_2$  dan  $R_3$  dapat digantikan dengan hambatan pengganti  $R_p$ . Besar  $R_p$  ditentukan berdasarkan rumus :

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



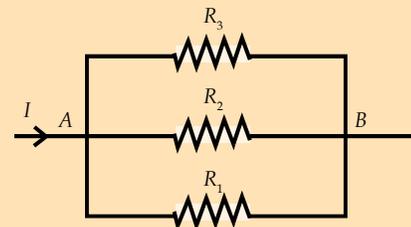
Gambar 3.19 Hambatan paralel

### Contoh soal

Dengan  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$  dan  $R_3 = 5 \Omega$ . Tentukan hambatan pengganti untuk rangkaian di samping !

**Penyelesaian :**

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{5\Omega} \\ \frac{1}{R_p} &= \frac{21}{30} \\ R_p &= 1,03\Omega \end{aligned}$$





Besar hambatan dalam suatu kawat penghantar bergantung pada jenis kawat, panjang kawat dan luas penampang kawat. Hubungan antara hambatan jenis ( $\rho$ ), panjang kawat ( $l$ ) dan luas penampang kawat penghantar tampak dalam persamaan berikut.

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

Keterangan :

R = Hambatan listrik ( $\Omega$ )

$\rho$  = hambatan jenis kawat ( $\Omega\text{m}$ )

$l$  = panjang kawat (m)

A = Luas penampang kawat ( $\text{m}^2$ )

Berdasarkan persamaan tampak bahwa jika kita menggunakan kawat penghantar yang panjang akan membuat nilai hambatan membesar, sedangkan jika luas penampang membesar atau digunakan kabel dengan diameter kawat yang besar dan bukan berbentuk serabut maka hambatannya akan mengecil.

### Contoh soal

Jika kabel listrik yang kita gunakan merupakan kabel tembaga yang mempunyai hambatan jenis  $1,7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ . Tentukanlah besar hambatan yang ditimbulkannya jika kabel memiliki panjang 5 m dan luas penampang  $1 \text{ mm}^2$ .

**Penyelesaian:**

Diketahui :

$$\begin{aligned}\rho &= 1,7 \times 10^{-8} \Omega\text{m} \\ l &= 5 \text{ m} \\ A &= 1 \text{ mm}^2 = (10^{-3}\text{m})^2 = 10^{-6} \text{ m}^2\end{aligned}$$

Ditanyakan: R ?

Jawab :

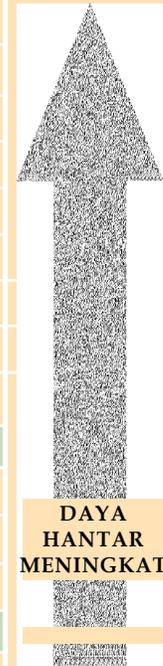
$$\begin{aligned}R &= \rho \frac{l}{A} \\ &= 1,7 \times 10^{-8} \Omega\text{m} \left( \frac{5\text{m}}{10^{-6} \text{ m}^2} \right) \\ &= \mathbf{0,085 \Omega}\end{aligned}$$

Hambatan jenis ( $\rho$ ) adalah suatu setiap bahan penghantar berbeda-beda tergantung pada sifat bahan tersebut. Beberapa bahan mengikat elektronnya dengan sangat kuat, sehingga elektronnya tidak dapat mengalir dengan baik dari satu atom ke atom lain. Bahan seperti ini disebut isolator. Plastik, pakaian, kaca dan udara yang kering adalah isolator yang baik. Beberapa bahan sangat mudah melepaskan elektronnya, dan disebut sebagai konduktor. Logam pada umumnya merupakan konduktor yang baik.



Tabel 3.1 Hambat jenis zat

Zat	Hambat Jenis ( $\Omega$ m)
<b>Konduktor</b>	
besi	$1,2 \times 10^{-8}$
perak	$1,6 \times 10^{-8}$
tembaga	$1,7 \times 10^{-8}$
emas	$2,4 \times 10^{-8}$
aluminium	$2,6 \times 10^{-8}$
platina	$11,0 \times 10^{-8}$
timbal	$21 \times 10^{-8}$
raksa	$98,0 \times 10^{-8}$
nikrom	$100 \times 10^{-8}$
<b>Semikonduktor</b>	
karbon	$3,5 \times 10^{-5}$
germanium	0,5
tembaga(I)oksida	$1,0 \times 10^3$
<b>Isolator</b>	
kaca	$10^{10} - 10^{14}$
karet	$10^{13} - 10^{16}$



### Percobaan 3.3

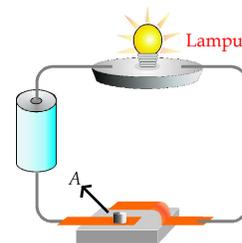
### Konduktor dan Isolator

**Tujuan percobaan:** siswa mampu membedakan bahan isolator dan bahan konduktor.

**Alat dan Bahan:** baterai, kabel, karet, plastik, kertas, lampu, tembaga, besi, kuningan, saklar.

**Langkah Percobaan:**

1. Susunlah alat seperti pada Gambar 3.19.
2. Letakan lempengan tembaga pada titik A, dan tekan saklar. Amati bagaimana nyala lampu pada rangkaian. Catat !
3. Ulangi secara berurutan untuk plastik, kuningan, kaca, besi dan karet!
4. Catat semua data pengamatanmu dan buatlah kesimpulan!

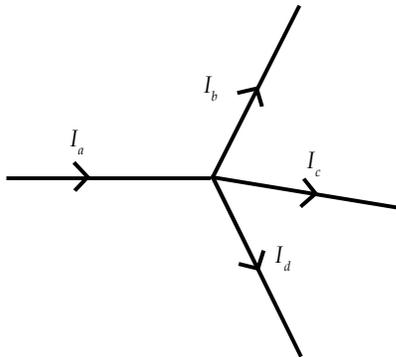


Gambar 3.20 Penentuan konduktor dan isolator

Sumber: dokumentasi penulis



Listrik



Rangkaian listrik yang sering kita biasanya bercabang-cabang. Bagaimana arus listrik dalam suatu rangkaian listrik yang bercabang. Jawaban masalah ini dikemukakan oleh Gustav Kirchoff dan dikenal dengan Hukum Kirchoff I.

Hukum Kirchoff I menyatakan bahwa jumlah arus yang masuk dalam percabangan sama dengan arus yang keluar di titik percabangan tersebut.

$$\begin{aligned} \Sigma I_{\text{masuk}} &= \Sigma I_{\text{keluar}} \\ I_a &= I_b + I_c + I_d \end{aligned}$$

### Contoh soal

Jika diketahui  $I = 11 \text{ A}$ ,  $I_p = 3 \text{ A}$ , dan  $I_r = 4 \text{ A}$ . Berapakah nilai  $I_q$  dalam rangkaian di samping.

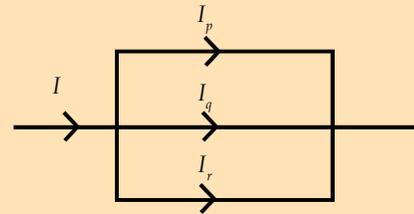
**Penyelesaian:**

Diketahui :  $I = 11 \text{ A}$ ,  $I_p = 3 \text{ A}$ , dan  $I_r = 4 \text{ A}$

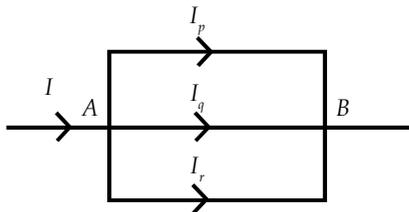
Ditanyakan :  $I_q$  ?

Jawab :

$$\begin{aligned} \Sigma I_{\text{masuk}} &= \Sigma I_{\text{keluar}} \\ I &= I_p + I_q + I_r \\ 11 \text{ A} &= 3 + I_q + 4 \text{ A} \\ I_q &= 11 \text{ A} - 7 \text{ A} \\ &= \mathbf{4 \text{ A}} \end{aligned}$$



Bagaimana dengan beda potensial dalam percabangan rangkaian listrik?

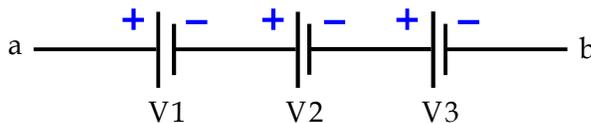


Gambar 3.21 rangkaian bercabang

Beda potensial seperti yang sebelumnya merupakan perbedaan potensial antara dua titik dan diukur dengan pemasangan alat secara paralel. Hal itu menunjukkan pada percabangan selama berada pada dua titik yang sama akan memiliki beda potensial yang sama.

Perhatikan Gambar 3.20. Beda potensial pada cabang yang dilewati arus  $I_p$  adalah  $V_{AB'}$  yang dilewati arus  $I_q$  dan  $I_r$  pun adalah  $V_{AB}$ .

Bagaimana beda potensial jika sumber tegangan disusun seri ?



$$V_{ab} = V_1 + V_2 + V_3$$



### Latihan 3.2

1. Apa yang dimaksud dengan arus listrik, beda potensial dan hambatan! Bagaimana ketiganya dihubungkan ?
2. Berdasarkan data hasil pengamatan berikut.

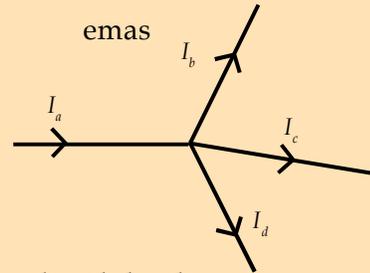
Beda potensial ( V )	1,2	1,8	2,4	3,6
Kuat arus ( I )	0,5	0,75	1,5	1,5

Tentukan: a. grafik  $V/I$       b. nilai  $R$

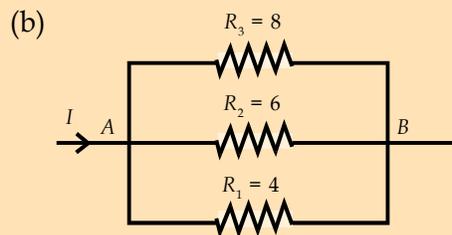
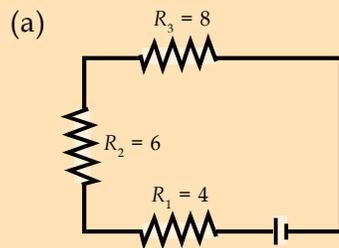
3. Kelompokkan bahan-bahan berikut kedalam konduktor, isolator, dan semi-konduktor!

kertas      tembaga      plastik      germanium      karbon  
 besi      karet      kayu      perak      emas

4. Berapakah nilai  $I_a$  pada percabangan arus listrik sesuai gambar di samping.  
 jika nilai  $I_b = 5 \text{ A}$ ,  $I_c = 6 \text{ A}$ , dan  $I_d = 2 \text{ A}$ !



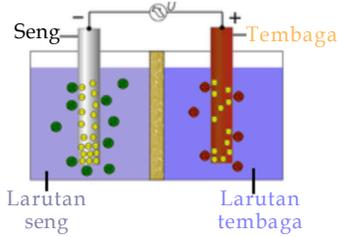
5. Hitunglah besarnya hambatan pengganti rangkaian listrik berikut.



### 3.3 Sumber Arus listrik

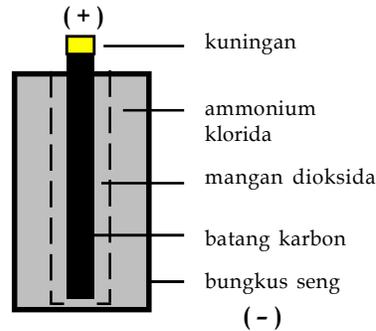
Pada listrik dinamis, aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian berasal dari suatu sumber arus listrik. Sumber arus listrik dapat berupa sumber arus searah atau *Direct Current* (DC) dan sumber arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC).

Sumber arus listrik dapat berupa sel volta, elemen kering, *accumulator* atau generator pembangkit listrik. Alat ini berguna untuk menjaga agar potensial pada ujung kawat yang satu selalu lebih tinggi daripada potensial pada ujung kawat yang lain sehingga muatan listrik tetap mengalir.



**Gambar 3.22** Sel Volta  
<http://en.wikipedia.org/>

Sel volta berupa alat yang terdiri dari wadah berisi larutan elektrolit dan sepasang elektroda. Bila digunakan elektroda seng dan tembaga, maka seng menjadi elektroda negatif dan tembaga menjadi elektroda positif. Aliran listrik akan mengalir melalui kawat penghantar yang dihubungkan pada kedua elektroda. Beda potensial antara kedua elektroda biasanya memiliki beda potensial 1,5 V.

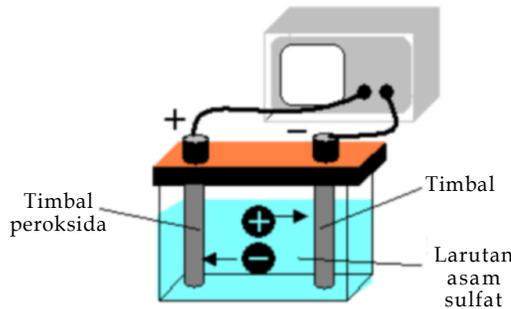


**Gambar 3.23** Baterai  
 Sumber: dokumentasi penulis

Elemen kering adalah bentuk sel volta yang kita kenal sebagai baterai. Elemen kering terdiri dari wadah seng yang berisi pasta ammonium klorida dan mangan dioksida. Di tengah-tengah elemen terdapat batang karbon yang bagian atasnya ditutupi sejenis logam seperti kuningan. Elektroda karbon berfungsi sebagai kutub positif sedangkan wadah seng sebagai kutub negatif. Beda potensial antara kutub positif dan negatif memiliki perbedaan potensial sekitar 1,5 V.



(a)



(b)

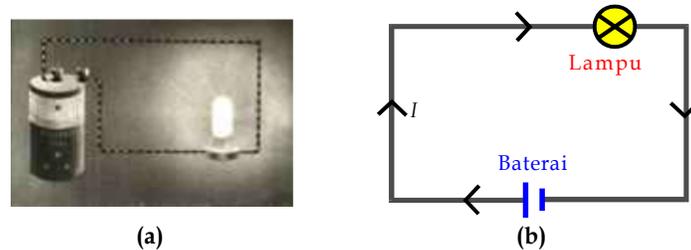
**Gambar 3.24** (a) accumulator (b) penyetruman accumulator

Accumulator atau kita kenal sebagai aki, merupakan bentuk sel volta yang berupa bak kecil dari plastik. Bak tersebut berisi larutan elektrolit yaitu asam sulfat encer. Kutub positif aki adalah timbal peroksida sedangkan kutub negatifnya adalah timbal. Beda potensial antara kedua kutub sekitar 6 volt atau 9 volt.



*Accumulator* merupakan sumber tegangan yang dapat digunakan kembali setelah habis dengan cara disetrum. Ketika aki mengalirkan listrik terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik, sedangkan saat disetrum sebaliknya energi listrik menjadi energi kimia.

Saat sumber arus listrik dipasangkan dalam suatu rangkaian listrik maka beda potensial diantara kedua kutub akan menyebabkan listrik mengalir dan lampu pun akan menyala Gambar 3. 24.



**Gambar 3.25** Sumber arus listrik dalam rangkaian

sumber : <http://www.can-do.com/uci/>

Rangkaian listrik pada Gambar 3.24(a) dapat disederhanakan menjadi diagram rangkaian listrik seperti Gambar 3.24(b). Sumber tegangan listrik seperti pada diagram digambarkan dengan tanda  $\text{—}| \text{—}$ . Bagian yang tinggi menyatakan kutub positif, sedangkan bagian yang rendah menyatakan kutub negatif dari sumber tegangan listrik. Diagram sumber tegangan bisa dibalik menjadi  $\text{—}| \text{—}$ , tetapi bagian yang tinggi tetap menyatakan kutub positif dan yang rendah kutub negatif. Kutub positif memiliki potensial yang lebih tinggi daripada kutub negatif.

Pada saat rangkaian tertutup, sumber arus mengalirkan arus listrik. Beda potensial antara kutub-kutub sumber arus pada rangkaian tertutup disebut tegangan jepit. Tegangan jepit dinyatakan dengan simbol  $V$ .

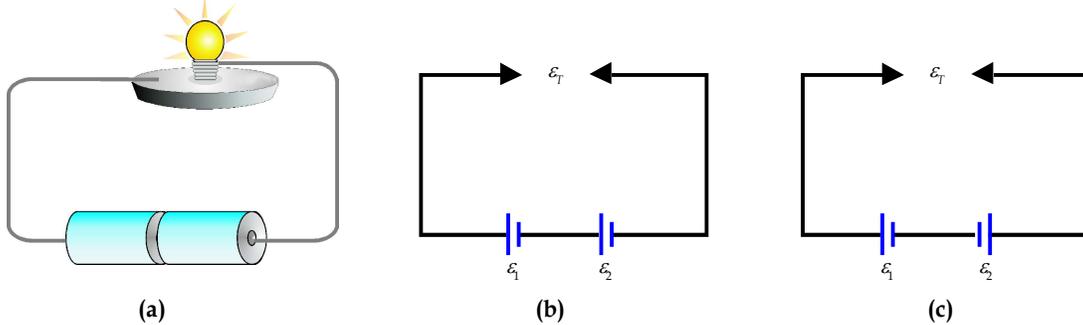
Pada suatu rangkaian terbuka, sumber arus listrik tidak mengalirkan arus listrik. Beda potensial antar kutub-kutub sumber arus pada rangkaian terbuka tersebut disebut sebagai gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik dilambangkan dengan  $\varepsilon$ , satuan GGL adalah volt  $V$ .

Di dalam baterai arus mengalir dari kutub negatif ke kutub positif dan dalam rangkaian listrik arus mengalir dari kutub positif ke kutub negatif. GGL adalah tegangan kutub-kutub baterai ketika tidak memberikan arus.

Pada suatu rangkaian tertutup sumber arus mengalirkan arus listrik. Beda potensial antara kutub-kutub sumber arus pada rangkaian tertutup disebut tegangan jepit. Tegangan jepit adalah tegangan ketika baterai sedang mengalirkan arus. Tegangan jepit dilambangkan dengan  $V$ . Angka yang ditunjukkan pada tulisan pada suatu baterai menunjukkan GGL, sedangkan yang terukur oleh voltmeter adalah tegangan jepit.



Baterai atau sumber tegangan dapat dipasangkan secara seri terhadap rangkaian. Pada pemasangan secara seri kutub negatif baterai yang pertama dihubungkan dengan kutub positif baterai berikutnya (Gambar 3.25(a)). Pemasangan dua baterai secara seri ini menghasilkan nyala lampu yang lebih terang dibanding dengan satu lampu.



**Gambar 3.26** Penyusunan seri (a) dua baterai (b) kutub searah (c) kutub berlawanan

*Sumber: dokumentasi penulis*

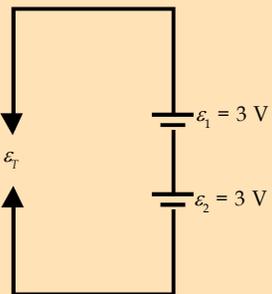
Untuk elemen yang dihubungkan seri, besar GGL totalnya ( $\epsilon_T$ ) merupakan jumlah dari GGL setiap elemen. (Gambar 3.25 (b)).

$$\epsilon_T = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

Apabila elemen disusun seri dengan cara menggabungkan dua kutub yang muatannya sama (Gambar 3.25 (c)), maka GGL totalnya merupakan jumlah total dengan kutub yang berlawanan posisi berlambang negatif, sehingga

$$\epsilon_T = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

**Contoh soal**

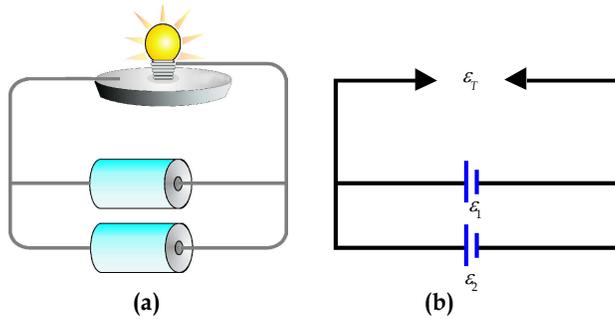


Hitunglah GGL pada rangkaian di samping.

Jawab :

$$\begin{aligned} \epsilon_T &= \epsilon_1 + \epsilon_2 \\ &= 3 \text{ V} + 3 \text{ V} \\ &= 6 \text{ V} \end{aligned}$$

Pemasangan baterai atau sumber tegangan dapat juga secara paralel (Gambar 3.26(a)). Tetapi, nyala lampu kurang terang dibandingkan nyala lampu pada susunan baterai secara seri. (Gambar 3.25). Nyala lampu untuk susunan yang kedua ini sama terangnya bila menggunakan hanya 1 baterai.



Gambar 3.27 Penyusunan paralel dua baterai

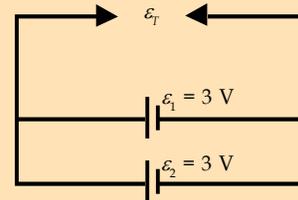
Untuk elemen listrik yang dihubungkan secara paralel, kutub-kutub senama elemen itu dihubungkan satu sama lain menjadi satu, maka beda potensial antara kutub positif dan kutub negatif baterai sama dengan beda potensial antara kutub positif dan kutub negatif masing-masing elemen. Jadi, GGL baterai sama dengan GGL masing-masing.

$$\varepsilon_T = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$$

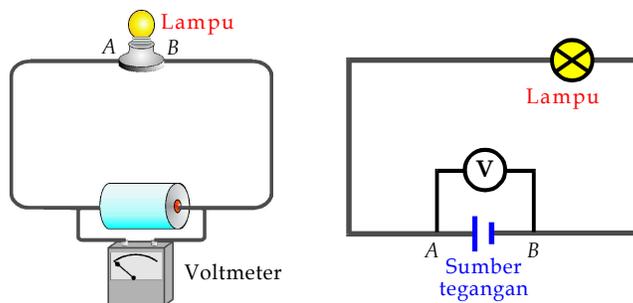
### Contoh soal

Tentukan GGL pada rangkaian dengan seperti gambar di samping!

**Penyelesaian:**  $\varepsilon_T = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$   
 $\varepsilon_T = 3 \text{ V}$



Sumber tegangan listrik menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan oleh sumber tegangan bergantung pada banyaknya muatan listrik yang berpindah. Makin banyak muatan listrik yang berpindah, makin banyak energi yang dihasilkan sumber tegangan listrik. Cara pengukuran tegangan dari sumber tegangan tampak pada Gambar 3.28.



Gambar 3.28 Cara pengukuran tegangan sumber  
 Sumber: dokumentasi penulis



Menurut hukum Ohm kuat arus pada rangkaian tertutup besarnya berbanding lurus dengan GGL sumber dan berbanding terbalik dengan hambatan seluruh rangkaian

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

Bentuk lain persamaan dapat dinyatakan sebagai

$$\varepsilon = I(R+r) = IR + Ir$$

karena  $IR = V$ , maka

$$\varepsilon = V + Ir$$

Dalam hal ini  $V$  = tegangan jepit (volt), yaitu beda potensial yang terdapat antara titik A dan titik B, ketika ada arus mengalir. Dari persamaan itu tampak bahwa tegangan jepit lebih kecil dari GGL.

### Contoh soal

Jika sebuah sumber tegangan dengan GGL 2,4 V dan hambatan dalam 0,1  $\Omega$  dihubungkan dengan penghantar yang hambatannya 0,5  $\Omega$ . Tentukanlah :

- kuat arus ( $I$ )
- tegangan jepit ( $V$ ) dalam rangkaian
- tegangan jepit ( $V$ ) dalam sumber

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $\varepsilon = 2,4 \text{ V}$   $r = 0,1 \Omega$  dan  $R = 0,5 \Omega$ .

Ditanyakan : a.  $I$   
b.  $V_{\text{rangkaian}}$   
c.  $V_{\text{sumber}}$

Jawab :

- $$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$
$$= \frac{2,4\text{V}}{0,5\Omega + 0,1\Omega} = 4 \text{ A}$$
- $$V_r = IR$$
$$= 4 \text{ A} \times 0,5 \Omega = 2 \text{ V}$$
- $$V_s = Ir$$
$$= 4 \text{ A} \times 0,1 \Omega = 0,4 \text{ V}$$



Jika hambatan dalam rangkaian merupakan rangkaian bercabang dengan hambatan paralel, maka dalam penyelesaian permasalahannya diterapkan pula hukum Ohm dan hukum Kirchoff.

### Contoh soal

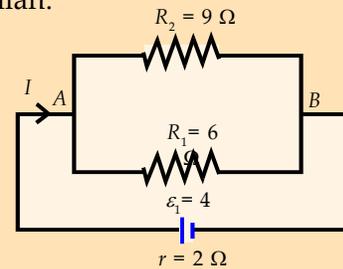
Untuk rangkaian dengan gambar di samping, tentukanlah:

- hambatan total
- kuat arus total
- tegangan jepit

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 9 \Omega$ ,  $r = 2 \Omega$  dan  $\varepsilon = 4 \text{ V}$

- Ditanyakan:
- $R_p$
  - $I$
  - $V$



Jawab :

$$\begin{aligned} \text{a. } \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ &= \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{9\Omega} = \frac{3+2}{18} \end{aligned}$$

$$R_p = \frac{18}{5} \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{b. } I &= \frac{\varepsilon}{R+r} \\ I &= \frac{4\text{V}}{\left(\frac{18}{5}+2\right)\Omega} = \frac{4\text{V}}{\left(\frac{28}{5}\right)\Omega} = \frac{5}{7}\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } V &= IR \\ &= \frac{5}{7}\text{A} \times \frac{18}{5}\Omega = \frac{18}{7}\text{V} \end{aligned}$$



Listrik

### Percobaan 3.4

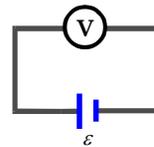
### Tegangan Sumber dan Tegangan Jepit

- Tujuan percobaan:**
- siswa mampu menyusun rangkaian berdasarkan diagram rangkaian,
  - siswa mampu melakukan pengukuran tegangan sumber dan tegangan jepit.

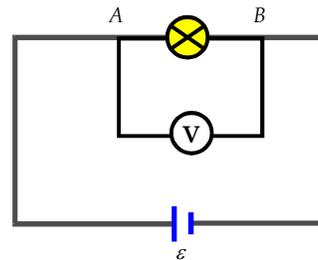
**Alat dan Bahan:** baterai, kabel, voltmeter, lampu

#### Langkah Percobaan:

1. Susunlah rangkaian seperti diagram pada Gambar 3.28!
2. Baca angka pada voltmeter dan tentukan GGL baterai!
3. Kemudian buat rangkaian listrik berdasarkan diagram pada Gambar 3.29!
4. Baca angka yang ditunjukkan pada voltmeter dan tentukan tegangan jepit rangkaian!
5. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu !



Gambar 3.29 pengukuran GGL

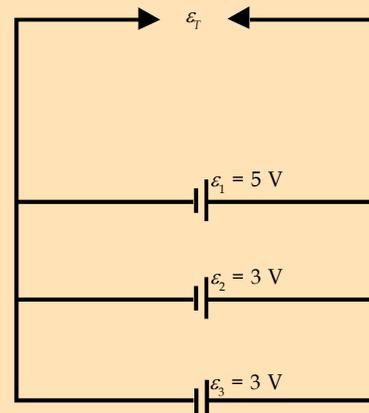


Gambar 3.30 pengukuran tegangan jepit!

### Latihan 3.3

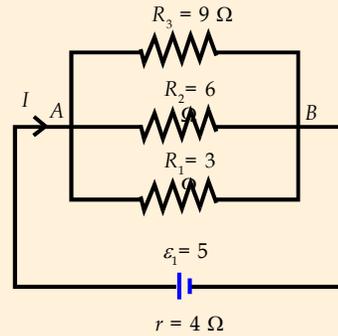
1. Jelaskan apa yang dimaksud pengertian GGL (Gaya Gerak Listrik)!
2. Sebutkan beberapa sumber arus listrik ? dan bagaimana cara kerjanya dalam menghasilkan arus listrik !
3. Tentukan GGL pada rangkaian dengan seperti gambar di samping!

Bagaimana jika elemen listriknya, berada pada posisi dimana kutub negatif dan positifnya dibalik dari posisi semula? Apakah nilai GGL akan berubah? Jelaskan!





4. Jika sebuah sumber tegangan dengan GGL 36 V dan hambatan dalam 1,5  $\Omega$  dihubungkan dengan penghantar yang hambatannya 7,5 $\Omega$ . Tentukanlah:
- kuat arus ( $I$ ),
  - tegangan jepit ( $V$ ) dalam rangkaian, dan
  - tegangan jepit ( $V$ ) dalam sumber!
5. Untuk rangkaian dengan gambar di samping tentukanlah !
- hambatan total,
  - kuat arus total,
  - kuat arus  $R_1$  dan  $R_2$ , dan
  - tegangan jepit!



### 3.4 Energi dan Daya Listrik

Energi listrik adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari titik yang berpotensi tinggi ke titik yang berpotensi rendah. Besar energi untuk memindahkan muatan tersebut sama dengan perkalian antara muatan dengan beda potensial antara ke dua titik.

$$W = q V$$

#### Contoh soal

Beda potensial antara dua titik pada kawat penghantar sebesar 3 Volt. Tentukan energi listrik yang digunakan untuk memindahkan muatan sebesar 20 C diantara dua titik tersebut !

**Penyelesaian:**

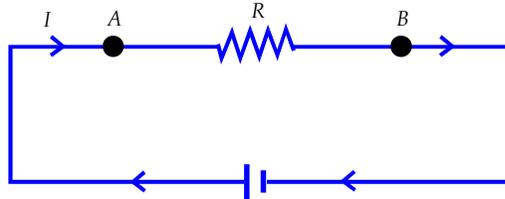
Diketahui :  $V = 3 \text{ V}$   
 $q = 20 \text{ C}$

Ditanyakan:  $W ?$

Jawab:  $W = q V$   
 $= 3 \text{ V} \times 20 \text{ C}$   
 $= 60 \text{ J}$



Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain, misalnya energi panas, energi gerak dan energi cahaya. Saat lampu menyala maka itu menunjukkan adanya perubahan dari energi listrik ke energi cahaya dan panas.



Gambar 3.31 Diagram rangkaian listrik

Berdasarkan percobaan James Joule, energi panas yang dihasilkan energi listrik berbanding lurus dengan beda potensial, kuat arus dan lama waktu mengalir. Sehingga dalam rangkaian listrik (Gambar 3.30), besarnya energi listrik dapat dirumuskan sebagai

$$W = V I t$$

Dengan

$W$  = energi listrik (J)

$V$  = beda potensial(V)

$I$  = kuat arus (A)

$t$  = waktu (s)

Satuan energi listrik adalah joule dan bila hendak diubah dalam kalori, maka kita dapat menggunakan konversi 1 joule = 0,24 kalori.

### Contoh soal

Sebuah rangkaian listrik memiliki tegangan 125 V. Bila kedalam rangkaian dialirkan arus sebesar 0,5 ampere berapa kalori energi listrik yang digunakan selama 1 jam ?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $V = 125 \text{ V}$   
 $I = 0,5 \text{ A}$   
 $t = 1 \text{ jam} = 3600 \text{ s}$

Ditanyakan :  $W$  (kalori)?

Jawab :  $W = V I t$   
 $= 125 \text{ V} \times 0,5 \text{ A} \times 3600 \text{ s}$   
 $= 225 \text{ 000 J}$   
 $= 225 \text{ 000 J} \times 0,24 \text{ kal/J} = \mathbf{5400 \text{ kalori}}$



Berdasarkan hukum Ohm, tegangan dapat dinyatakan sebagai  $V = I R$ , maka persamaan  $W = V I t$  dapat dituliskan sebagai

$$W = I^2 R t$$

### Contoh soal

Berapa panas yang ditimbulkan dalam kawat penghantar 15 ohm bila dialiri listrik 3 A selama 30 menit ?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $R = 15 \text{ ohm}$   
 $I = 3 \text{ A}$   
 $T = 30 \text{ menit} = 30 \times 60 = 1800 \text{ s}$

Ditanyakan :  $W ?$

Jawab :  $W = I^2 R t$   
 $= (3 \text{ A})^2 \times 15 \Omega \times 1800 \text{ s}$   
 $= 243 \text{ 000 J}$   
 $= \mathbf{243 \text{ kJ}}$

Energi listrik dapat berubah menjadi energi lain seperti energi gerak, energi cahaya, energi suara, energi kimia dan energi panas. Perubahan energi listrik menjadi energi gerak tampak pada alat seperti kipas angin, mixer atau blender. Perubahan menjadi energi cahaya tampak pada lampu, atau televisi. Perubahan menjadi energi suara tampak pada alat seperti bel listrik, radio atau televisi, sedangkan perubahan menjadi energi kimia digunakan saat penyetruman *accumulator*. Perubahan energi listrik menjadi energi panas digunakan dalam beberap alat pemanas seperti setrika listrik atau pemanas nasi dan pemanas air (Gambar 3. 31c ).



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3. 32** (a) setrika listrik (b) pemanas listrik (c) pemanas air

Sumber: dokumentasi penulis



Bagian alat yang berfungsi merubah semua energi listrik yang masuk dalam alat menjadi energi panas disebut elemen pemanas.

Saat membeli lampu, biasanya penjual akan bertanya lampu yang berapa watt? Watt adalah satuan dari daya listrik. Apa sebenarnya daya listrik? Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang digunakan setiap detik. Besarnya daya listrik dinyatakan dalam persamaan:

$$P = \frac{W}{t}$$

Dengan:  $P$  = daya listrik (watt)

$W$  = energi listrik (J)

$t$  = waktu (s)

Berdasarkan rumus energi listrik  $W = V I t$ , maka daya listrik dapat dituliskan sebagai

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V I t}{t} = V I$$

### Contoh soal

Berapa energi listrik yang digunakan jika kita menyetrika dengan setrika berdaya 360 watt selama 1 jam?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $P = 360$  watt

$t = 1$  jam = 3600 s

Ditanyakan :  $W$  ?

Jawab:  $P = \frac{W}{t}$

$$360 \text{ watt} = \frac{W}{3600 \text{ s}}$$

$$W = 360 \times 3600$$

$$= 1296000 \text{ J}$$

$$= \mathbf{1296 \text{ kJ}}$$



### Contoh soal

Saat membeli lampu terdapat tulisan 220 V/10 W. Berapa arus listrik yang digunakan oleh lampu tersebut ?

**Penyelesaian:**

$$\text{Diketahui : } P = 10 \text{ W}$$

$$V = 220$$

Ditanyakan :  $I$  ?

$$\text{Jawab : } P = V I$$

$$10 = 220 \times I$$

$$I = \frac{10}{220}$$

$$= 0,045 \text{ A}$$

Pembayaran rekening listrik ke PLN berdasarkan energi listrik yang digunakan selama waktu tertentu. Besarnya energi listrik yang dipakai dinyatakan dalam kilowatt-jam(kWh). Meteran listrik di rumah kita menunjukkan banyaknya energi listrik yang digunakan dalam satuan kWh. Jika pada tanggal 10 Juni meteran listrik rumah kita menunjukkan angka 13084 kWh, kemudian pada tanggal 10 Juli 13177 kWh, maka kita sudah menggunakan 93 kWh. Jika kita ubah dalam satuan Joule, maka

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWs} = 1000 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ J} \times 3600 = 3\,600\,000 \text{ J}$$

maka jika 93 kWh, berarti selama 1 bulan kita sudah menggunakan energi sebanyak:

$$93 \text{ kWh} = 93 \times 3\,600\,000 = 334\,800\,000 \text{ J}$$

Oleh sebab itu, kita harus menghemat penggunaan listrik karena listrik yang kita gunakan berasal dari pembakaran minyak bumi yang semakin lama semakin menipis dan mahal.

### Contoh soal

Jika setiap malam kita menyalakan 5 buah lampu berdaya 10 watt selama 12 jam. Dan pembayaran listrik per kWh adalah Rp250. Berapakah pembayaran listrik yang harus dikeluarkan selama 1 bulan(30 hari) ?



### Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : jumlah lampu} &= 5 \\ P &= 10 \text{ watt} \\ t &= 12 \text{ jam /hari} \times 30 \text{ hari} \\ W &= 5 \times P \times t \\ &= 5 \times 10 \times 12 \text{ jam /hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 18000 \text{ Wh} \\ &= 18 \text{ kWh} \\ \text{Pembayaran listrik} &= 18 \text{ kWh} \times \text{Rp}250 = \mathbf{\text{Rp}4500} \end{aligned}$$

Jika hanya untuk 5 buah lampu dengan daya 10 watt saja kita sudah mengeluarkan cukup banyak, bagaimana jika setiap hari kita selalu menyalakan listrik lampu selama 24 jam, belum lagi kita menyalakan televisi, lalu main *game* dengan komputer, kemudian ibu kamu memasak dengan *rice cooker*, mencuci dengan mesin cuci dan menyetrika. Belum lagi setiap hari kita menyalakan pompa listrik untuk keperluan mandi, cuci piring, cuci mobil dan cuci pakaian. Berapa banyak uang yang harus dikeluarkan.

Selain itu perlu kalian ketahui listrik yang kita gunakan sebenarnya pembayarannya biayanya lebih tinggi dari yang kita gunakan, karena listrik ini diberi subsidi dari pemerintah. Belum lagi untuk menyalakan listrik kita menggunakan bahan bakar yang hampir habis. Andaikan kita bersikap hemat terhadap listrik maka uang untuk subsidi listrik tentu bisa pemerintah gunakan untuk keperluan lain seperti membangun rumah sakit, membangun sekolah, atau pun membantu masyarakat miskin terutama yang sedang dilanda musibah. Oleh karena itu mulai saat ini mari kita menghemat listrik. Beritahu ayah, ibu, kakak atau saudaramu yang lain untuk mulai menghemat listrik sebelum kita tak mampu lagi menyalakan listrik karena habisnya bahan bakar atau karena mahalnya biaya operasional PLN.

### Latihan 3.4

1. Sebuah rangkaian listrik memiliki tegangan 220 V. Bila ke dalam rangkaian dialirkan arus sebesar 2 ampere berapa kalori energi listrik yang digunakan selama 10 menit ?
2. Berapa panas yang ditimbulkan dalam kawat penghantar 5 ohm bila dialiri listrik 2 A selama 1,5 jam ?
3. Berapa energi listrik yang digunakan jika kita mencuci dengan mesin cuci berdaya 180 watt selama 15 menit ?



4. Saat membeli setrika tulisan 220 V/300 W. Berapa hambatan listrik yang digunakan oleh setrika tersebut ?
5. Jika setiap hari di rumah mu dinyalakan televisi dengan daya 63 watt selama 18 jam, kemudian kamu bermain game dalam komputer dengan daya 102 watt selama 3 jam, lalu ibumu menyetrika dengan setrika berdaya 360 watt selama 30 menit . Berapa uang yang harus dibayarkan untuk pemakaian selama 30 hari?

### Rangkuman

- Listrik statis terjadi karena adanya pemindahan muatan dari suatu benda ke benda lain. Pemindahan muatan dapat dilakukan dengan cara mengosokkan benda.
- Muatan negatif dan muatan positif akan saling tarik menarik, sedangkan muatan yang sama positif dan positif atau negatif dan negatif akan tolak menolak.
- Hukum Coulomb menyatakan bahwa gaya listrik antara dua benda bermuatan sebanding dengan masing-masing muatan benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dua muatan tersebut. Dirumuskan sebagai :

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

- Listrik dinamis merupakan listrik yang timbul akibat adanya sifat elektron yang mudah berpindah-pindah dimanfaatkan melalui suatu penghantar (konduktor).
- Arus listrik merupakan besaran yang menunjukkan banyaknya muatan yang dilewatkan persatuan waktu. Dilambangkan dengan  $I$  dan satuan ampere.

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

- *Amperemeter* adalah alat untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian.
- Arus listrik hanya terjadi dalam suatu rangkaian tertutup. *Rangkaian tertutup* adalah rangkaian yang tidak memiliki ujung pangkal.
- Beda potensial dapat didefinisikan sebagai selisih potensial antara dua titik dalam suatu penghantar dilambangkan dengan  $V$  dan satuan volt.
- Alat ukur beda potensial listrik adalah voltmeter.
- Hambatan atau resistensi memiliki lambang  $R$  merupakan nilai perbandingan antara beda potensial dan arus yang mengalir .

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

- Hambatan dalam suatu rangkaian dapat disusun secara seri ataupun paralel. Hambatan seri dapat diganti dengan hambatan pengganti dengan ketentuan :  
 $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$



- Hambatan seri dapat diganti dengan hambatan pengganti dengan ketentuan :

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

Besar hambatan dalam suatu kawat penghantar bergantung pada jenis kawat, panjang kawat dan luas penampang kawat. Hubungan antara hambatan jenis ( $\rho$ ), panjang kawat ( $l$ ) dan luas penampang kawat penghantar tampak dalam persamaan berikut :

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

- Bahan yang mengikat elektronnya dengan sangat kuat disebut isolator. Plastik, pakaian, kaca dan udara yang kering adalah isolator yang baik. Bahan sangat mudah melepaskan elektronnya, dan disebut sebagai konduktor. Logam pada umumnya merupakan konduktor yang baik.
- Hukum Kirchoff I menyatakan bahwa jumlah arus yang masuk dalam percabangan sama dengan arus yang keluar di titik percabangan tersebut.

$$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$$

- Sumber arus listrik dapat berupa sel volta, elemen kering, *accumulator* atau generator pembangkit listrik. Alat ini berguna untuk menjaga agar potensial pada ujung kawat yang satu selalu lebih tinggi daripada potensial pada ujung kawat yang lain sehingga muatan listrik tetap mengalir.
- Pada suatu rangkaian terbuka, sumber arus listrik tidak mengalirkan arus listrik. Beda potensial antar kutub-kutub sumber arus pada rangkaian terbuka tersebut disebut sebagai gaya gerak listrik. Gaya gerak listrik dilambangkan dengan  $\mathcal{E}$ , satuan GGL adalah volt V.
- Menurut hukum Ohm kuat arus pada rangkaian tertutup besarnya berbanding lurus dengan GGL sumber dan berbanding terbalik dengan hambatan seluruh rangkaian.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

- Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain seperti energi cahaya dalam lampu, energi panas dalam setrika, energi suara dalam radio, energi gerak dalam kipas angin, energi kimia dalam penyetruman *accumulator*.
- Energi listrik adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan dari titik yang berpotensi tinggi ke titik yang berpotensi rendah Energi listrik dalam rangkaian dirumuskan sebagai :

$$W = V I t$$



- Daya listrik adalah besarnya energi listrik yang digunakan setiap detik. Besarnya daya listrik dinyatakan dalam persamaan

$$P = \frac{W}{t}$$

## Refleksi

Setelah mempelajari bab Listrik, apa manfaat yang kamu rasakan? Adakah hubungannya dalam kehidupanmu sehari-hari? Tulislah beberapa sumber arus listrik yang kamu ketahui! Apa perbedaan rangkaian lampu yang disusun seri dan paralel? Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Berikan alasanmu. Bagian mana yang belum kamu kuasai? Tuliskan bagian-bagian yang belum kamu kuasai beserta alasannya, kemudian diskusikan dengan guru fisikamu.

## Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Sepotong kaca yang digosok dengan kain sutra dapat bermuatan listrik, karena adanya perpindahan ....  
A. elektron  
B. proton  
C. neutron  
D. inti atom  
E. kulit atom
2. Untuk memindahkan 24 coulomb muatan listrik diperlukan energi 120 joule. Berapakah beda potensial sumber tegangan itu ?  
A. 0,2 V  
B. 0,5 V  
C. 2,0 V  
D. 5,0 V  
E. 6,0 V
3. Partikel atom yang tidak bermuatan atau netral disebut ....  
A. proton  
B. elektron  
C. netron  
D. nukleon  
E. neuron



4. Atom yang netral memiliki jumlah proton ....
  - A. lebih kecil daripada jumlah elektron
  - B. sama dengan jumlah elektron
  - C. lebih besar daripada jumlah elektron
  - D. lebih kecil dengan jumlah neutron
  - E. lebih besar daripada jumlah neutron
5. Daerah dimana ada pengaruh gaya listrik disebut ....
  - A. daya listrik
  - B. potensial listrik
  - C. gaya gerak listrik
  - D. medan listrik
  - E. energi listrik
6. Dua partikel berikut yang akan tolak-menolak bila didekatkan satu sama lain adalah ....
  - A. elektron dengan proton
  - B. neutron dengan proton
  - C. elektron dengan neutron
  - D. proton dengan proton
  - E. elektron dengan inti atom
7. Dua benda masing-masing bermuatan listrik sebesar  $+4C$  dan  $+8C$ . Kedua benda dipisahkan pada jarak  $4\text{ cm}$ . Jika nilai  $k = 9 \times 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Gaya tolak-menolak antara kedua benda sama dengan ....
  - A.  $1,8 \times 10^{13}\text{ N}$
  - B.  $6,75 \times 10^{13}\text{ N}$
  - C.  $1,8 \times 10^{14}\text{ N}$
  - D.  $6,75 \times 10^{14}\text{ N}$
  - E.  $8,9 \times 10^{13}\text{ N}$
8. Untuk memindahkan  $10\text{ coulomb}$  muatan listrik dari A ke B diperlukan energi  $50\text{ joule}$ . Beda potensial antara A dan B adalah ....
  - A.  $0,2\text{ volt}$
  - B.  $2,0\text{ volt}$
  - C.  $5,0\text{ volt}$
  - D.  $50\text{ volt}$
  - E.  $500\text{ volt}$
9. Gaya antara dua muatan listrik sebanding dengan besar masing-masing muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan itu dikenal dengan hukum ....
  - A. Newton
  - B. Oersted
  - C. Kirrchoff
  - D. Coulomb
  - E. Ohm
10. Dua benda P dan Q masing-masing bermuatan  $+6 \times 10^{-7}\text{ C}$  dan  $-4 \times 10^{-8}\text{ C}$ , dipisahkan pada jarak  $0,02\text{ m}$ . Jika  $k = 9 \times 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$  gaya tarik-menarik antara kedua benda itu adalah ....
  - A.  $0,0054\text{ N}$
  - B.  $0,054\text{ N}$
  - C.  $0,54\text{ N}$
  - D.  $5,4\text{ N}$
  - E.  $54\text{ N}$





### Listrik

18. Pada mesin cuci yang baru dibeli Vita, tercantum tulisan 220 V/180 W. Besar arus listrik yang digunakan mesin cuci saat beroperasi adalah ....
- A. 0,82 A  
B. 1,22 A  
C. 1,80 A  
D. 2,20 A  
E. 40 A
19. Panas yang ditimbulkan dalam kawat penghantar 4 ohm bila dialiri listrik 2 A selama 30 menit adalah ....
- A. 240 joule  
B. 480 joule  
C. 14400 joule  
D. 28800 joule  
E. 57600 joule
20. Jika setiap hari dirumahmu dinyalakan 6 buah lampu 10 watt selama 10 jam, lalu televisi berdaya 63 watt kamu tonton 12 jam dan ibumu menyetrikan dengan setrika berdaya 360 watt selama 30 menit. Jika biaya pembayaran listrik Rp250 per kWh, berapa uang yang harus dibayarkan untuk pemakaian selama 30 hari ?
- A. Rp11.520  
B. Rp259000  
C. Rp384.000  
D. Rp7.770.000  
E. Rp11.520.000

## Bab 4



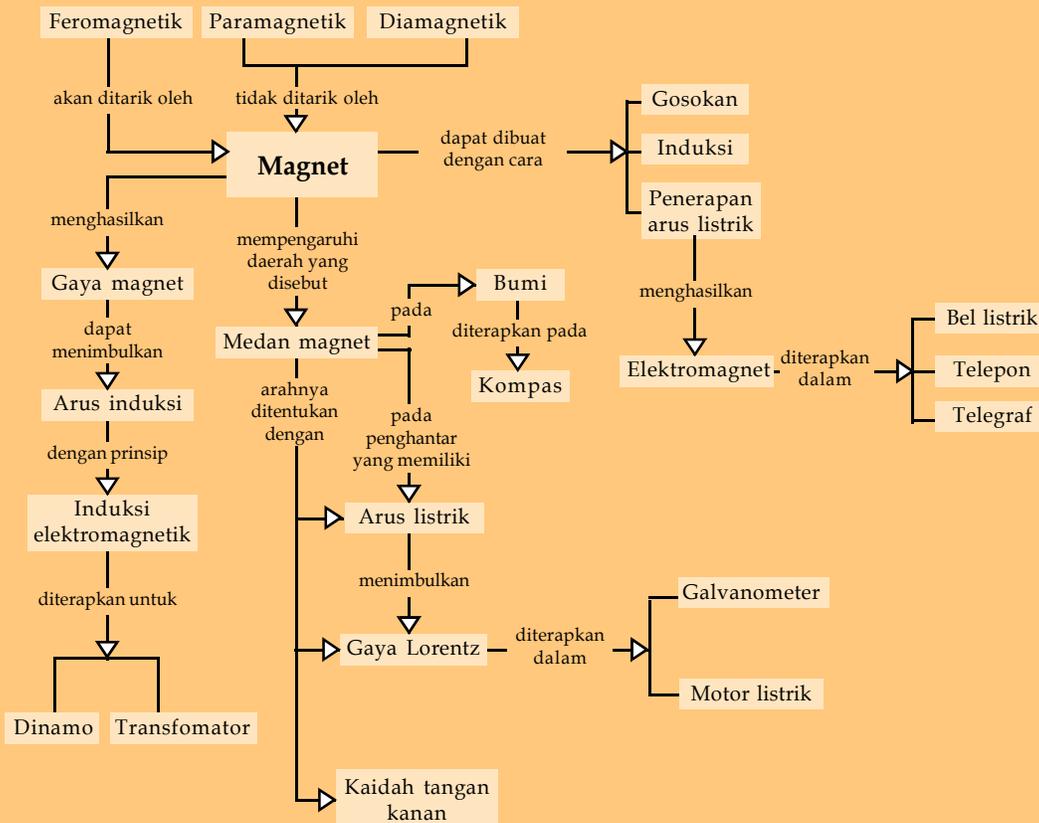
## Magnet

## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet;
- mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi;
- menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik.

## Peta Konsep



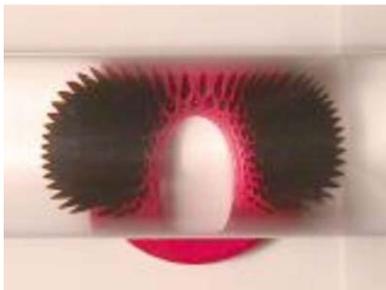


## Magnet



**Gambar 4.1** Magnet seringkali dipergunakan sebagai hiasan di pintu kulkas.

Sumber: Halliday-Resnick-Walker



**Gambar 4.2** Gejala kemagnetan

Sumber: <http://my.execpc.com/>



**Gambar 4.3** Sifat kutub magnet

Sumber: <http://my.execpc.com/>

Magnet, mungkin kamu tidak asing dengan benda ini. Kita mengenal magnet pada hiasan yang sering ditempelkan di kulkas. Bahkan kita sebenarnya tinggal dalam sebuah magnet yang sangat besar yaitu Bumi, planet tempat tinggal kita. Magnet dapat menempel pada besi dan beberapa logam lainnya. Bagaimana sifat magnet dan apa manfaatnya dalam kehidupan kita, akan kamu pelajari pada bab ini.

## 4.1 Gejala Kemagnetan dan Cara Membuat Magnet

Para pemulung memungut paku dari tumpukan sampah dengan menggunakan magnet. Benda-benda seperti besi, baja, nikel, dan kobalt disebut benda magnet. Benda magnet ditarik dengan kuat oleh magnet, sehingga walaupun terhalang benda lain seperti kaca, serbuk besi masih dapat ditarik oleh magnet (Gambar 4.2). Benda magnet pun dapat dengan mudah dibuat menjadi magnet. Berbeda dengan benda magnet, benda seperti plastik, tembaga, dan kaca hanya ditarik dengan lemah atau bahkan tidak ditarik oleh magnet.

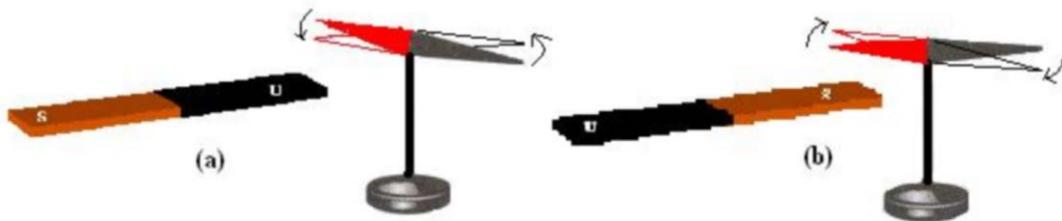
Benda yang ditarik dengan kuat oleh magnet disebut ferromagnetik. Benda yang ditarik dengan lemah oleh magnet dan benda yang tidak ditarik oleh magnet disebut paramagnetik. Selain itu, terdapat pula benda yang ditolak oleh magnet meskipun benda itu bukan magnet. Benda yang demikian disebut diamagnetik, seperti seng atau bismut. Jadi benda magnet disebut juga ferromagnetik, sedangkan benda bukan magnet mencakup paramagnetik dan diamagnetik.

### A. Sifat Kutub Magnet

Bagian magnet yang mempunyai gaya tarik terbesar disebut kutub magnet. Magnet selalu mempunyai dua kutub. Bila benda magnet didekatkan pada magnet batang, maka di bagian tengah (daerah netral) tidak ada yang melekat, sedangkan makin ke ujung makin banyak yang melekat pada magnet. (Gambar 4.3). Hal ini menandakan, gaya magnet yang paling besar berada di ujung-ujung magnet. Garis yang menghubungkan dua kutub magnet disebut sumbu magnet.

Bagian yang banyak dilekati besi merupakan kutub magnet. Hal ini menandakan, gaya magnet yang paling besar berada diujung-ujung magnet. Garis yang menghubungkan dua kutub magnet disebut sumbu magnet.

Kutub utara selalu menunjukkan ke arah utara Bumi sedangkan kutub selatan selalu menunjukkan ke arah selatan Bumi. Kutub-kutub senama (sejenis) akan tolak menolak dan kutub-kutub yang tidak senama (tidak sejenis) akan tarik menarik. (Gambar 4.4)



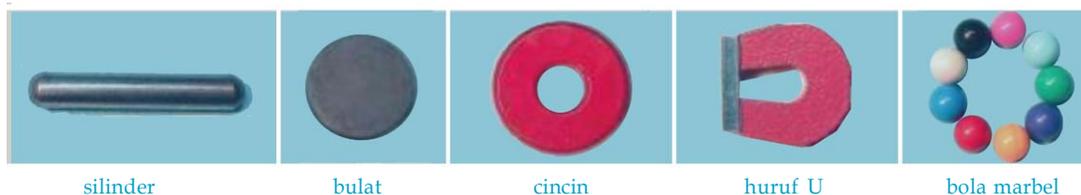
Gambar 4.4 Sifat kutub magnet

Sumber: dokumentasi penulis

Sekarang orang dapat membuat magnet dari besi, baja atau campuran logam lain. Jenis magnet seperti bijih besi disebut *magnet alam*, sedangkan jenis magnet yang dibuat disebut *magnet buatan*.

## B. Cara Membuat Magnet

Sebelum dibuat menjadi magnet, besi dapat diberi bentuk seperti yang kita kehendaki. Bentuk magnet seperti batang disebut magnet batang. Magnet dapat pula berbentuk bulat pipih, berbentuk seperti cincin, atau huruf U, bahkan magnet dapat berbentuk seperti coklat marbel yang bulat dan berwarna warni. (Gambar 4.5)



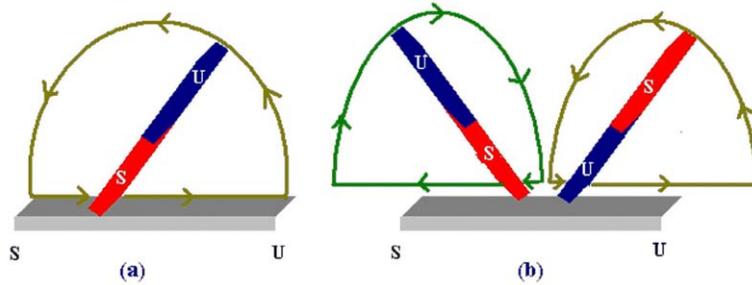
Gambar 4.5 Bentuk-bentuk magnet

Sumber: <http://my.execpc.com/>

Magnet dapat dibuat dengan cara digosok. Sebatang baja dapat dibuat menjadi magnet dengan cara menggosokkan sebuah batang magnet pada baja tersebut. Menggosokkannya harus dengan teratur dalam satu arah dan dilakukan berulang-ulang. Baja akan menjadi magnet permanen. Artinya setelah selesai penggosokkan, batang baja akan menjadi magnet. Untuk menentukan bagian kutub utara (U) dan kutub selatan (S) baja

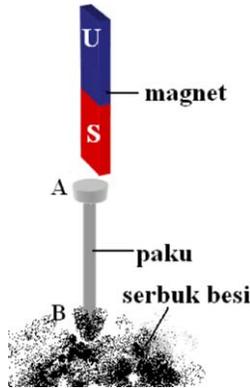


tersebut, perhatikan gambar 4.6! Bila yang digunakan untuk menggosok adalah kutub utara (U) magnet, maka tempat mulai menggosoknya akan menjadi kutub utara (U), dan ujung batang lainnya menjadi kutub selatan (S). Sebaliknya, bila yang dipakai menggosok adalah ujung kutub selatan (S) magnet, maka tempat mulai menggosokkan akan menjadi kutub selatan (S).



**Gambar 4.6** Cara membuat magnet dengan menggosok

Sumber: dokumentasi penulis



**Gambar 4.7** Membuat magnet dengan menginduksi

Sumber: dokumentasi penulis



**Gambar 4.8** membuat magnet dengan aliran listrik

Sumber: dokumentasi penulis

Magnet dapat dibuat dengan cara induksi magnet. Menginduksikan magnet ialah memberikan sifat magnet kepada besi atau baja tanpa disentuhkannya kepadanya. Caranya adalah dengan mendekatkan sebatang besi atau baja ke magnet batang yang kuat. Ujung besi yang dekat ke salah satu kutub magnet memperoleh kutub yang berlawanan dengan kutub magnet itu. Misalnya, kutub selatan magnet batang didekatkan pada ujung A batang besi (misalnya paku), maka ujung A menjadi kutub utara, sedangkan ujung B menjadi kutub selatan. Jika ujung B dicelupkan ke dalam serbuk besi, maka ada serbuk besi yang melekat pada paku. Kekuatan magnet hasil induksi sangat lemah, sehingga bila magnet batang dijauhkan dari paku, serbuk besi akan jatuh kembali.

Sebuah magnet dapat dibuat dengan menggunakan arus listrik. Adapun caranya dengan melilitkan kawat penghantar pada batang paku di sekelilingnya. (Gambar 4.8). Kemudian, ujung-ujung kawat dihubungkan dengan baterai sehingga arusnya mengalir melalui lilitan kawat tadi. Magnet yang dihasilkan disebut *elektromagnet*. Magnet yang dibuat dengan cara ini akan hilang sifat magnetnya jika aliran listrik dihilangkan.

Sifat magnet pada suatu benda juga dapat dihilangkan melalui proses pemukulan, pemanasan, dan mengalirkan arus bolak balik pada benda. Ketiga perlakuan ini menghilangkan sifat magnet karena akan membuat atom-atom dalam magnet bergetar dan merubah arah atom, sehingga sifat magnetiknya hilang.

### Percobaan 4.1

### Membuat dan Menghilangkan Sifat Magnet

**Tujuan percobaan:** siswa mampu membuat magnet dengan cara menggosok, induksi magnet dan penerapan arus listrik.

**Alat dan Bahan:** magnet batang, besi atau baja, paku, kawat tembaga, batu baterai, serbuk besi.

#### Langkah Percobaan:

##### A. Cara menggosok

1. Letakkan batang besi atau baja pada meja kerja!
2. Gosokkan salah satu kutub magnet dengan arah searah seperti pada Gambar 4.6(a) atau Gambar 4.6 (b).
3. Dekatkan pada serbuk besi dan amati!
4. Panaskan lempeng besi!
5. Setelah dingin dekatkan lempeng besi pada serbuk besi!
6. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

##### B. Cara induksi magnet

1. Pegang magnet batang dengan tangan kirimu dan paku dengan tangan kananmu!
2. Dekatkan keduanya tanpa membuatnya saling bersentuhan seperti pada Gambar 4.7!
3. Dekatkan ujung paku pada serbuk besi dan amati!
4. Jauhkan magnet dari paku dan amati ujung paku!
5. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

##### C. Penerapan arus listrik

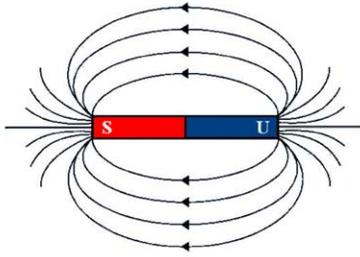
1. Lilitkan kawat tembaga beberapa lilitan pada paku!
2. Tempelkan ujung kawat yang satu pada kutub positif baterai dan yang lain pada kutub negatif (Gambar 4.8).
3. Dekatkan ujung paku pada serbuk besi dan amati !
4. Lepaskan ujung kawat dari baterai dan amati ujung paku!
5. Buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!

## C. Medan Magnet Bumi

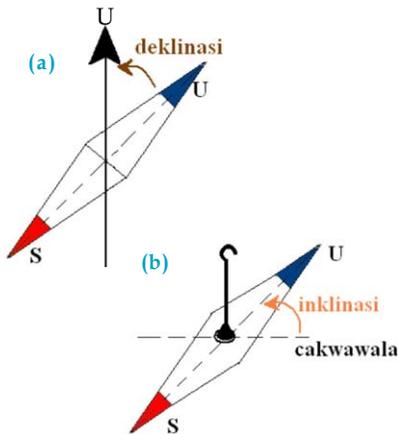
*Medan magnet* ialah ruang di mana sebuah benda yang berada di dalam ruang itu mendapat gaya magnet. Makin besar kekuatan suatu magnet, makin besar pula medan magnetnya. Medan magnet digambarkan sebagai garis-



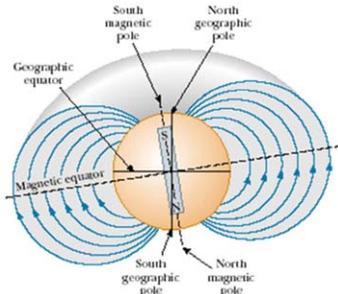
Magnet



**Gambar 4.9** Garis gaya magnet  
Sumber: dokumentasi penulis



**Gambar 4.10** Sudut (a) deklinasi  
(b) inklinasi dari magnet bumi  
Sumber: dokumentasi penulis



**Gambar 4.11** Bumi dengan medan magnetnya  
Sumber : Halliday-Resnick-Walker



**Gambar 4.12** Aurora  
Sumber : <http://www.windows.ucar.edu/>

garis lengkung yang disebut garis gaya magnet (Gambar 4.9). Garis gaya magnet bermula dari kutub utara dan berakhir di kutub selatan magnet.

Bumi dapat dianggap sebagai sebuah magnet yang sangat besar. Kutub selatan magnet Bumi berada di sekitar kutub utara Bumi, sedangkan kutub utaranya berada di sekitar kutub selatan Bumi. Letak kutub magnet Bumi tidak tepat berimpit dengan kutub Bumi. Oleh karena itu arah garis gaya magnet bumi tidak berimpit dengan arah utara-selatan yang sebenarnya. Itulah sebabnya jarum kompas tidak tepat menunjukkan arah utara dan selatan yang sebenarnya, tetapi sedikit menyimpang. Penyimpangan arah itu dinyatakan dengan sudut antara kutub magnet Bumi dan kutub Buminya dan disebut dengan deklinasi. (Gambar 4.10(a)). Besar sudut deklinasi di berbagai tempat di permukaan Bumi tidak sama. Sudut deklinasi pun besarnya berubah-ubah setiap tahunnya.

Medan magnet Bumi membentuk sudut dengan arah horizontal Bumi. Sudut yang terbentuk antara magnet dengan bidang horizontal disebut sudut inklinasi (Gambar 4.10 (b)). Besar sudut inklinasi di permukaan bumi juga berbeda beda. Inklinasi terbesar terdapat bagian utara dan selatan kutub magnet Bumi.

Medan magnet Bumi mempengaruhi benda-benda yang ada di permukaan Bumi bahkan hingga ke luar angkasa. (Gambar 4.11) Semakin jauh dari Bumi pengaruh magnetnya semakin melemah. Benda-benda langit seperti meteor yang mengandung bahan-bahan logam yang dapat ditarik oleh magnet Bumi akan tertarik masuk ke dalam atmosfer Bumi. Benda-benda tersebut cenderung masuk dan tertarik ke arah kutub magnet Bumi yang memiliki gaya magnet paling besar.

Apakah kamu tahu tentang aurora? Aurora merupakan cahaya yang terbentuk di kutub Bumi. Aurora terbentuk akibat adanya interaksi antara medan magnet Bumi dengan partikel-partikel dari Matahari. Saat partikel berbahaya akibat ledakan di Matahari memasuki bumi akan didorong oleh medan magnet untuk bergerak mengelilingi Bumi.

Jika partikel masuk, maka akan masuk di daerah kutub dan akan terbakar sehingga berbentuk sinar aurora. Jika energi partikel lebih besar maka partikel tersebut akan mengelilingi Bumi seperti donat dan disebut sabuk radiasi.

Planet dan bintang dapat menghasilkan medan magnet karena terdapat material magnetik seperti besi didalamnya dan dengan perputarannya muncul arus yang berputar mengelilinginya. Venus tidak memiliki medan magnet karena putarannya sangat lambat. Mars juga tidak memiliki medan magnet. Hal itu terjadi karena dalam Mars tidak terbentuk lelehan, sehingga besi terletak di permukaan dan tidak dapat menimbulkan medan magnet.

### Latihan 4.1

1. Tunjukkan bagaimana cara menentukan sifat kutub- kutub magnet
2. Lakukanlah cara untuk membuat magnet jika disediakan besi lunak dan magnet batang!
3. Jelaskan tentang teori kemagnetan Bumi!
4. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kuat medan magnet disekitar kawat berarus!
5. Apa kelemahan memagnetkan benda secara induksi ?

## 4.2 Pemanfaatan Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Magnet buatan terutama yang dibuat dengan cara menerapkan arus listrik, banyak digunakan pada berbagai alat antara lain berupa kompas, alat listrik, telepon, dan telegraf.

Kita dapat membuat kompas sederhana. Misalnya, dengan meletakkan magnet jarum yang kecil pada sebatang kayu di dalam mangkuk (Gambar 4.13). Magnet akan berputar bebas untuk mengarah ke posisi utara-selatan.

Bagaimana kompas bekerja dalam menentukan arah? Bumi merupakan magnet yang besar, sehingga medan magnetnya bekerja hingga ke luar Bumi. Hal ini menjadikan acuan penggunaan kompas dalam penunjukkan arah. Walaupun kapal laut berada di lautan yang luas kompas dapat menunjukkan arah yang tepat, karena kompas berinteraksi dengan kutub utara dan selatan dari magnet Bumi sehingga tidak akan berubah, begitu pula arah dapat ditentukan oleh pesawat terbang di udara.



**Gambar 4.13** Kompas

Sumber: <http://my.execpc.com/>



Magnet

## A. Elektromagnet dan Produk Teknologi

Di sekeliling kawat penghantar yang berarus listrik terdapat medan magnet. Magnet pun dapat ditimbulkan dengan adanya arus listrik. Hal ini membuat beberapa alat dapat bekerja dengan menggunakan listrik sebagai sumbernya untuk membuat sebuah magnet bekerja.



Gambar 4.14 Aturan tangan kanan

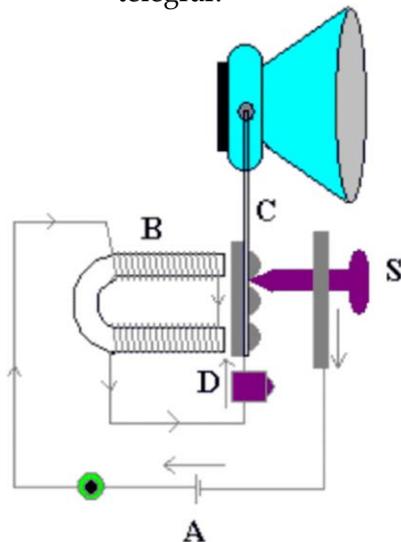
Sumber: <http://my.execpc.com/>

Arah medan magnet bergantung pada arah arus listrik. Kuat medan magnet di sekitar kawat bergantung pada kuat arus listrik dan jarak suatu titik terhadap kawat. Medan magnet di sekitar kawat penghantar lurus yang dilalui arus listrik berbentuk lingkaran dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan

*"Bila ibu jari tangan kanan menunjukkan arah arus, maka arah garis gaya magnet sama dengan arah jari yang digenggamkan."*

Elektromagnet mempunyai sifat kemagnetannya makin kuat bila lilitan semakin banyak dan arus listrik makin besar. Kemagnetannya hilang sama sekali bila arus diputus. Kekuatan magnetnya dapat diubah dengan mengubah kuat arus dan kutub-kutub elektromagnet dapat dibalik.

Elektromagnet yang kuat digunakan untuk mengangkat benda yang terbuat dari besi, seperti rel kereta api, mobil, dan mesin. Benda-benda tersebut ditarik oleh elektromagnet dengan kuat dan tidak akan terlepas sebelum arus diputus. Selain untuk mengangkat benda yang terbuat dari besi, elektromagnet banyak digunakan dalam alat-alat listrik. Contoh : bel listrik, telepon dan telegraf.



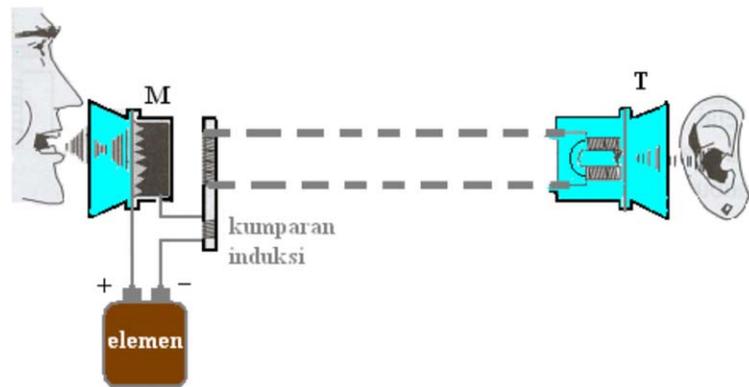
Gambar 4.15 Skema bel listrik

Sumber: dokumentasi penulis

Bel listrik memiliki bagian terpenting berupa alat pemutus arus. Bila arus dari baterai A melalui lilitan kawat yang mengelilingi elektromagnet B, maka jangkar besi lunak C akan tertarik. Gaya pegas melekatkan jangkar di D. Oleh karena jangkar tertarik, kontak antara jangkar dan sekrup S terputus. Inti besi lunak kehilangan sifat kemagnetannya sehingga jangkar menjauh kembali. Kemudian hubungan seperti semula kembali terjadi. Inti besi lunak bersifat magnet lagi, jangkar tertarik olehnya dan seterusnya sehingga jangkar melakukan gerakan bolak balik yang cepat. Gerakan bolak balik ini diteruskan kepada sebuah pemukul untuk membunyikan bel.

Pesawat telepon terdiri dari pesawat pengirim yang disebut mikrofon dan sebuah pesawat penerima yang disebut telepon. Di dalam mikrofon

(M) terdapat sebuah pelat tipis (diafragma) yang dapat bergetar. Di belakang diafragma terdapat serbuk arang. Kawat penghubung mikrofon dilekatkan pada diafragma dan serbuk arang.

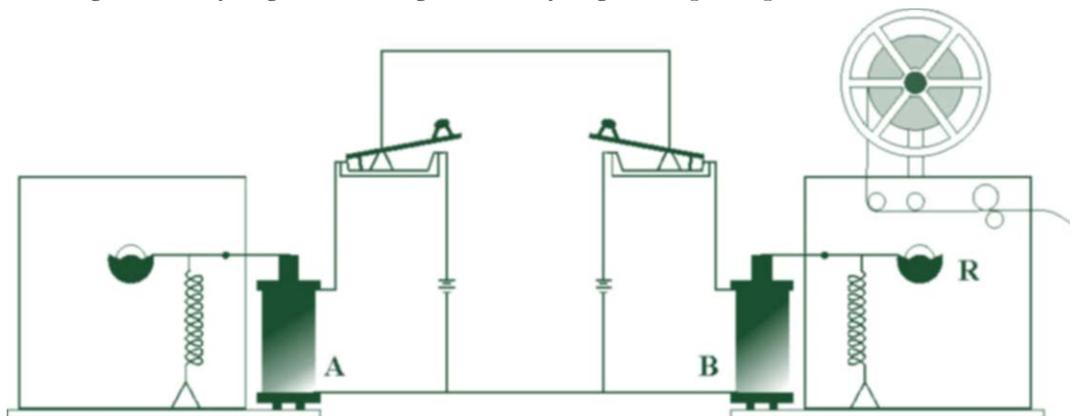


Gambar 4.16 Skema kerja pesawat telepon

Sumber: dokumentasi penulis

Saat suara masuk melalui mikrofon, diafragma akan bergetar dan menyebabkan ruangan di belakangnya membesar dan mengecil secara bergantian. Perubahan ruang tersebut menyebabkan kerapatan serbuk arang berubah-ubah, sehingga hambatannya pun berubah-ubah. Perubahan hambatan ini yang digunakan mikrofon dalam bekerja.

Di dalam telepon (T) terdapat magnet permanen dengan sejumlah lilitan kawat kecil. Pada jarak 1 mm dari kutub magnet terdapat sebuah yang ditarik oleh magnet permanen sehingga kedukannya cekung. Saat terjadi perubahan gaya magnet, penarikan terhadap diafragma berubah-ubah dan menyebabkan perubahan kuat arus. Perubahan kuat arus ini diperkuat dengan kumparan induksi sehingga gaya tarik magnet permanen dalam telepon berubah. Jadi, getaran diafragma mikrofon sama dengan getaran diafragma telepon sehingga terdengar suara yang sama dengan suara yang diucapkan pada mikrofon.



Gambar 4.17 Skema kerja telegraf

Sumber: dokumentasi penulis

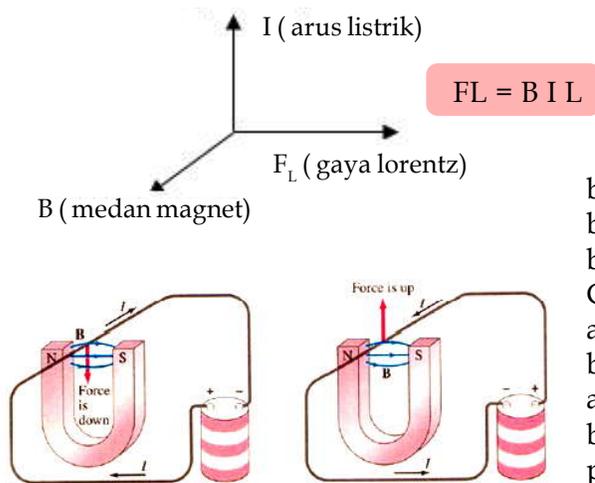
Pada pesawat telegraf terdapat pemancar A dan alat penerima B yang semuanya menggunakan elektromagnet. Ketika kunci Morse A ditekan ke bawah, terjadi suatu rangkaian tertutup melalui kunci kontak alat penerima B. Oleh karena itu, angker di B ditarik oleh elektromagnet dan sebuah roda kecil R yang dicelupkan dalam tinta menekan pita kertas yang bergerak secara beraturan. Bila kunci Morse ditekan sebentar saja maka dihasilkan sebuah titik. Tetapi, bila kunci Morse ditekan lama dihasilkan sebuah garis sehingga berita-berita dapat disampaikan dengan berbagai macam tanda Morse.

## B. Gaya Lorentz dan Produk Teknologi

Bagaimana bila suatu kawat penghantar yang sedang dialiri listrik berada dalam medan magnet?

Jika kawat berarus berada dalam medan magnet maka kawat tersebut akan mendapatkan gaya yang dinamakan gaya lorentz. Besarnya gaya lorentz berbanding lurus dengan medan magnet, kuat arus listrik, dan panjang kawat penghantar. Secara matematis dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

Bila pada kaidah tangan kanan dimana ibu jari menunjukkan arah arus listrik (I), empat jari menunjukkan medan magnet (B), maka arah gaya Lorentz (F) adalah tegak lurus ke atas telapak tangan kanan kita. (Gambar 4.18)



Gambar 4.18 Arah gaya lorentz

Keterangan :

FL = gaya lorentz (newton = N)

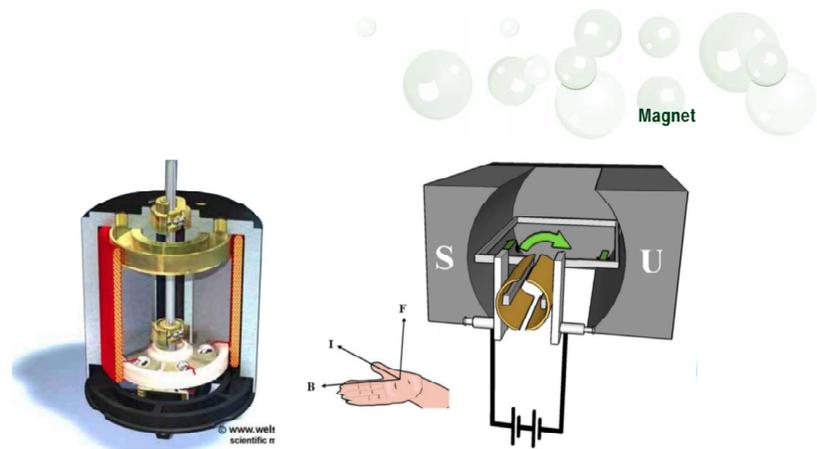
B = medan magnet (Tesla = T)

L = Panjang kawat penghantar (m)

Sehingga jika kawat penghantar berbentuk bujur sangkar ABCD, ketika arus berada pada AB maka arah gaya menuju bawah, sedangkan pada kawat penghantar CD maka arah gaya Lorentz ke atas. Hal ini akan membuat kawat penghantar AB bergerak ke arah bawah sedangkan CD ke arah atas sehingga kawat penghantar bergerak berputar. Pengaruh gaya lorentz pada perputaran kawat penghantar menjadi landasan kerja beberapa alat diantaranya motor listrik dan Galvanometer.

Motor listrik adalah alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor listrik bekerja dengan memanfaatkan adanya perputaran kumparan berarus listrik di sekitar medan magnet. Perhatikan Gambar 4.18 (b) Misalkan arah garis gaya magnet dari U ke S (dari kiri ke kanan). Arah arus ditunjukkan dengan tanda panah, maka sesuai kaidah tangan kanan maka kawat AB akan bergerak ke bawah, sedangkan kawat CD bergerak ke atas. Setelah itu kumparan berhenti berputar. Supaya kumparan dapat berputar terus maka digunakan komutator. Komutator terdiri dari dua keping

tembaga berbentuk setengah lingkaran. Disekat satu sama lain. Komutator berguna untuk mengubah arah arus dalam kumparan bila telah melintasi daerah netral. Yang dimaksud dengan daerah netral adalah daerah dimana kutub kumparan tepat berhadapan dengan kutub magnet.



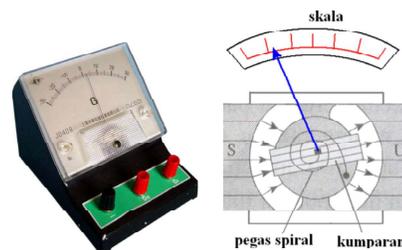
Gambar 4.19 Elektromotor

Sumber: dokumentasi penulis

Pada motor listrik yang lebih kuat, kumparan yang digunakan lebih banyak lagi. Demikian pula gelang-gelang belahnya. Kumparan-kumparan terletak dalam alur-alur silinder besi yang berfungsi sebagai angker atau jangkar. Ujung tiap kumparan berakhir pada komutator. Kumparan yang berputar harus dilekatkan sedemikian rupa. Bila salah satu sisi kawat berada di depan kutub utara, sisi kawat yang lain berada di depan kutub selatan. Semua kumparan diatur sedemikian rupa sehingga terjadi suatu rangkaian tertutup. Jalur-jalur tembaga yang disekat satu sama lain disebut lamel dan seluruhnya membentuk sebuah kolektor. Sikat-sikatnya terbuat dari karbon.

*Galvanometer* adalah suatu jenis alat ukur listrik yang mempunyai kumparan yang dapat berputar. Kumparan kawat ini mempunyai inti besi lunak. Kumparan diletakkan di antara kutub-kutub magnet ladam yang kuat (Gambar 4.20).

Bila pada kumparan tersebut dialirkan arus, maka kumparan akan berputar. Kumparan tidak dapat berputar terus karena ditahan oleh pegas spiral. Berputarnya kumparan akan menggerakkan jarum penunjuk.



Gambar 4.20. Galvanometer

Besarnya putaran jarum penunjuk bergantung pada kuat arus. Makin besar kuat arus makin besar putarannya. Dengan demikian, sudut putaran dapat digunakan sebagai ukuran kuat arus. Itulah prinsip dasar pembuatan amperemeter maupun voltmeter.

### Latihan 4.2

1. Jelaskan cara kerja sebuah bel listrik!
2. Bagaimana bunyi kaidah tangan kanan? dan ke mana saja arah gaya Lorentz saat ibu jari mengarah ke atas?
3. Jelaskan bagaimana gaya Lorentz bekerja dalam alat ukur listrik?
4. Bagaimana cara kerja motor listrik? Jelaskan!
5. Datalah alat-alat listrik yang ada di rumahmu dan kelompokkan yang prinsip kerjanya menggunakan gaya Lorentz!



### 4.3 Induksi Elektromagnetik dan Kerja Alat

Beberapa alat telah dibuat dengan menggunakan listrik untuk menimbulkan sifat magnetnya. Sebaliknya jika magnet timbul disekitar arus listrik maka sebaliknya arus listrik dapat ditimbulkan oleh gaya magnet.

Michael Faraday menunjukkan bahwa dengan mengerak-gerakan magnet dalam kumparan maka akan menghasilkan arus listrik. Arus listrik yang timbul dari hasil gerakan magnet ini disebut arus induksi. Arah arus induksi adalah bolak balik. Percobaan Faraday juga menunjukkan bila jumlah garis gaya magnet yang masuk dalam kumparan berubah, maka pada ujung-ujung kumparan timbul gaya gerak listrik (GGL). Gaya gerak listrik tersebut disebut GGL induksi.

Makin cepat perubahan garis gaya magnet masuk dalam kumparan, makin besar GGL induksi yang timbul. Makin banyak lilitan kawat pada kumparan, makin besar GGL induksi yang timbul.

Jumlah garis gaya magnet yang masuk dalam kumparan dapat berubah dengan cara sebagai berikut.

1. Mengerakkan magnet batang keluar masuk kumparan.
2. Memutar magnet dekat kumparan.
3. Mendekatkan kumparan pada kutub magnet.
4. Memutus-mutus arus primer untuk menginduksi arus sekunder pada kumparan lain.

#### Percobaan 4.2

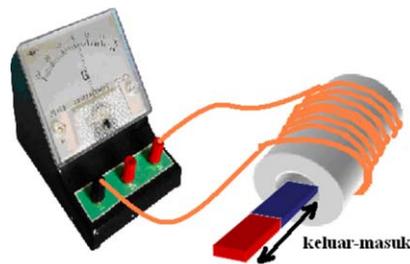
#### Medan Magnet dan GGL Induksi

**Tujuan percobaan:** siswa mampu menemukan sifat kelistrikan yang timbul akibat pergerakan magnet dalam kumparan.

**Alat dan Bahan:** galvanometer, magnet batang, kumparan, kawat penghantar.

#### Langkah Percobaan:

1. Susunlah alat seperti dalam gambar 4.21!
2. Gerakkan magnet batang keluar masuk kumparan secara berulang-ulang!
3. amati perubahan pada galvanometer setiap magnet dimasukkan atau dikeluarkan!
4. ganti kumparan dengan jumlah lilitan yang berbeda dan keluar masukkan kembali magnet batang!
5. Amati galvanometer, dan buat kesimpulan dari hasil percobaanmu!



Gambar 4.21 GGL induksi pada kumparan

## A Dinamo

Induksi elektromagnetik banyak digunakan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik seperti dalam dinamo sepeda. Dinamo dibedakan dalam dinamo arus bolak balik dan dinamo arus searah.

Dinamo pada dasarnya terdiri dari sebuah kumparan yang berputar dalam medan magnet. Kedua ujung kawat dihubungkan menggunakan dua buah cincin tembaga yang disekat satu sama lain. Pada masing-masing cincin diletakkan karbon yang akan menjadi penghubung rangkaian dalam dinamo dengan luar dinamo.

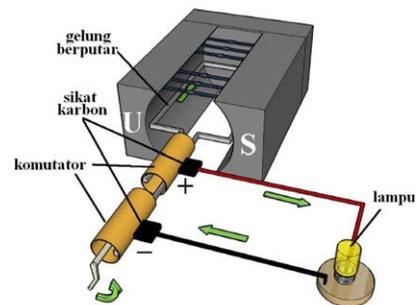
GGL yang timbul dari dinamo bersifat bolak balik, sehingga arus yang timbul juga arus bolak-balik. Arus bolak balik atau *alternating current* sering disingkat sebagai AC.

Dinamo arus bolak balik dapat diubah menjadi dinamo arus searah. Perubahan dilakukan dengan menggunakan dua cincin belah yang disekat satu sama lain. Cincin belah tersebut disebut komutator. Komutator antara lain digunakan dalam motor listrik (elektromotor).

Arus bolak balik dalam kawat kumparan diubah menjadi arus searah dalam rantai aliran luar. Ketika AB dan CD berada di depan kutub utara magnet, arus mengalir dari depan ke belakang. Sikat P tetap menjadi kutub positif dan sikat Q menjadi kutub negatif.

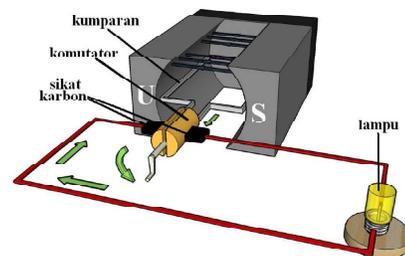
Pada saat arus berbalik arah, kedua cincin belah dihubungkan sebentar. Hubungan sesaat itu membuat arus tetap mengalir dari P ke Q. Pada saat arus berbalik arah GGL bernilai nol. Arus searah atau *direct current* disingkat DC.

Pada motor listrik yang lebih kuat, kumparan yang digunakan lebih banyak lagi. Demikian pula gelang-gelang belahnya. Kumparan-kumparan terletak dalam alur-alur silinder besi yang berfungsi sebagai jangkar. Ujung tiap kumparan berakhir pada komutator. Kumparan yang berputar harus dilekatkan sedemikian rupa. Bila salah satu sisi kawat berada di depan kutub utara, sisi kawat yang lain berada di depan kutub selatan. Semua kumparan diatur sedemikian rupa sehingga terjadi suatu rangkaian tertutup. Dinamo yang berukuran besar disebut generator. Generator AC dapat ditemukan pada mesin pembangkit listrik.



Gambar 4.22 Generator AC

Sumber: dokumentasi penulis



Gambar 4.23 Generator DC

Sumber: dokumentasi penulis



Gambar 4.24 Generator pada pembangkit listrik

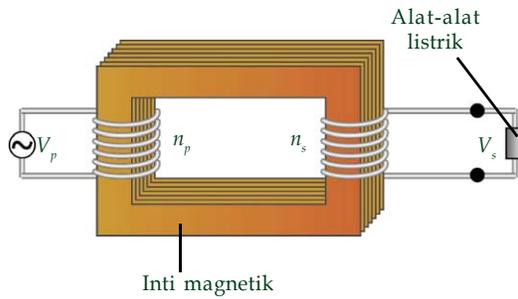
Sumber: <http://www.wvic.com>



Magnet

## B. Transformator

Selain generator, prinsip induksi elektromagnetik digunakan dalam transformator atau trafo. Transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah tegangan. Transformator yang mengubah tegangan rendah menjadi tegangan tinggi disebut transformator *step up*, sedangkan yang bekerja sebaliknya yaitu mengubah tegangan tinggi menjadi tegangan rendah disebut transformator *step down*.



Gambar 4.25 Transformator

Alat ini mempunyai inti besi yang tak berujung pangkal dan terdiri dari beberapa lapis tipis yang disekat satu sama lain. Pada inti besi terdapat dua kumparan. Kumparan yang dihubungkan dengan arus yang hendak diubah tegangannya disebut kumparan primer, sedangkan kumparan yang dihubungkan dengan tegangan baru disebut kumparan sekunder.

Pada transformator *step up* jumlah lilitan kumparan primernya lebih sedikit dibanding lilitan pada kumparan sekunder. Sedangkan pada transformator *step down* jumlah lilitan pada kumparan primer lebih banyak dibanding pada kumparan sekunder.

Pada transformator berlaku hubungan jumlah lilitan dan tegangan sesuai persamaan:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

Pada transformator juga berlaku hukum kekekalan energi. Jika energi yang masuk persatuan waktu adalah  $V_p I_p$  dan energi yang keluar adalah  $V_s I_s$  maka diperoleh

$$V_p I_p = V_s I_s$$

Sehingga pada transformator ideal berlaku

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Dengan:  $V_p$  = tegangan primer  
 $V_s$  = tegangan sekunder  
 $n_p$  = jumlah lilitan primer  
 $n_s$  = jumlah lilitan sekunder  
 $I_p$  = arus primer  
 $I_s$  = arus sekunder



### Contoh soal

Sebuah transformator peninggi tegangan memiliki tegangan primer 220 V. Jika kumparan primernya terdiri dari 200 lilitan sedangkan kumparan sekundernya 2000 lilitan berapa tegangan yang dihasilkan dari transformator tersebut !

**Penyelesaian:**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V_p &= 220 \text{ V} \\ n_p &= 200 \text{ lilitan} \\ n_s &= 2000 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\text{Ditanyakan: } V_s = \dots?$$

$$\begin{aligned} \text{Jawab: } \frac{V_p}{V_s} &= \frac{n_p}{n_s} \\ \frac{220}{V_s} &= \frac{200}{2000} \\ V_s &= \frac{2000 \times 220}{200} \\ V_s &= 2200 \text{ V} \end{aligned}$$

### C. Efisiensi Transformator

Gaya gerak listrik (GGL) induksi pada suatu kumparan akan menimbulkan arus induksi. Arus induksi ini membentuk lingkaran-lingkaran kecil yang arahnya tegak lurus terhadap arah garis-garis gaya medan magnet. Arus yang melingkar ini disebut *arus pusar* atau *arus eddy*.

Arus pusar di dalam kumparan akan menimbulkan kalor. Arus pusar ini akan merugikan karena sebagian energi listrik akan berubah menjadi kalor.

Di dalam transformator timbulnya kalor ini tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikurangi dengan membuat inti besi berupa lapisan-lapisan besi tipis. Makin kecil kalor yang timbul, makin besar efisiensi transformator.

Sesuai dengan hukum kekekalan energi, energi yang masuk pada kumparan primer akan keluar pada kumparan sekunder dan sebagian berubah menjadi kalor. Energi listrik yang keluar dari kumparan sekunder selalu lebih kecil dari energi yang masuk pada kumparan primer.

Efisiensi transformator merupakan perbandingan antara daya sekunder (daya keluaran) dan daya primer (daya masukan). Nilai efisiensi transformator dirumuskan sebagai berikut.



Magnet

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\%$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi transformator (%)

$P_s$  = daya pada kumparan sekunder (watt)

$P_p$  = daya pada kumparan primer (watt)

### Contoh soal

Sebuah transformator memiliki efisiensi 60%. Jika daya primernya 300 watt, tentukan besar daya sekundernya!

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $\eta = 60\%$

$P_p = 300$  watt

Ditanyakan:  $P_s ?$

Jawab: 
$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% = \frac{\eta \cdot P_p}{100\%}$$

$$P_s = \frac{60\% \cdot 300 \text{ watt}}{100\%} = 180 \text{ watt}$$



Gambar 4.26 Transformator dan aliran listrik

Sumber : <http://www.windows.ucar.edu/>

Transformator banyak digunakan dalam radio, televisi dan barang elektronik lainnya. Transformator besar digunakan di pembangkit tenaga listrik. Dinamo arus bolak balik di pusat tenaga listrik menghasilkan tegangan listrik 5000 V - 10000 V, dengan transformator *step up* diubah menjadi 150.000 V. Dari transformator tegangan dialirkan melalui kabel-kabel tegangan tinggi. Sebelum masuk ke kota tegangan diturunkan dengan transformator *step down* sampai kira-kira 20.000 V. Kemudian dialirkan ke gardu kecil sehingga sampai di rumah dengan tegangan 220 V.

## Info

### Cara Penyimpanan Magnet

Seperti yang telah kita bahas di atas, bahwa benda - benda yang memiliki sifat magnet dapat menarik atau menolak bahan - bahan tertentu, dan dapat berinteraksi dengan kawat penghantar berarus sehingga menimbulkan gaya Lorentz, sehingga usahakan untuk menyimpan magnet jauh dari televisi, komputer, jam tangan atau peralatan lainnya yang sekiranya sistem kerjanya dapat terganggu jika didekatkan dengan magnet dari luar.



### Latihan 4.3

1. Jelaskan penyebab timbulnya GGL induksi pada ujung-ujung kumparan!
2. Jelaskan prinsip kerja generator arus searah!
3. Bagaimana perbedaan cara kerja transformator *step up* dan *step down*? Jelaskan!
4. Bagaimana hubungan antara pergeseran garis medan magnetik dan timbulnya GGL induksi ?
5. Sebuah transformator penurun tegangan mempunyai tegangan primer 1100 V dan tegangan sekunder 220 V. Jika kumparan primer mempunyai 1000 lilitan berapa jumlah lilitan pada kumparan sekunder ?

### Rangkuman

- Magnet merupakan benda yang dapat menarik benda lain yang merupakan bahan ferromagnetik. Jenis magnet seperti bijih besi disebut *magnet alam*, sedangkan jenis magnet yang dibuat disebut *magnet buatan*.
- Gaya tarik magnet terbesar terdapat pada kutub-kutub magnetnya. Kutub utara selalu menunjukkan ke arah utara Bumi sedangkan kutub selatan selalu menunjukkan ke arah selatan Bumi. Kutub-kutub senama (sejenis) akan tolak menolak dan kutub-kutub yang tidak senama (tidak sejenis) akan tarik menarik.
- Cara membuat magnet dapat dilakukan dengan cara digosok, induksi magnet dan dengan menggunakan aliran listrik arus searah.
- Cara menghilangkan magnet dapat dilakukan dengan memukul-mukul magnet, memanaskan, menjauhkan dari magnet penginduksi dan dengan menggunakan aliran listrik arus bolak-balik.
- *Medan magnet* ialah ruang di mana sebuah benda yang berada di dalam ruang itu mendapat gaya magnet. Makin besar kekuatan suatu magnet, makin besar pula medan magnetnya.



- Bumi dapat dianggap sebagai sebuah magnet yang sangat besar. Kutub selatan magnet bumi berada di sekitar kutub utara bumi, sedangkan kutub utaranya berada di sekitar kutub selatan bumi. Letak kutub magnet bumi tidak tepat berimpit dengan kutub bumi.
- Arah medan magnet ditentukan dengan kaidah tangan kanan, jika ibu jari menunjukkan arah garis gaya magnet.
- Magnet buatan terutama yang dibuat dengan cara menerapkan arus listrik, banyak digunakan pada berbagai alat antara lain berupa kompas, alat listrik, telepon, dan telegraf.
- Gaya dari magnet yang ditimbulkan dapat membuat penghantar berputar, gaya tersebut disebut gaya Lorentz. Arah gaya Lorentz berdasarkan kaidah tangan kanan.
- Gaya Lorentz diterapkan dalam cara kerja motor listrik dan Galvanometer.
- Induksi elektromagnetik ditimbulkan dengan menggunakan magnet disekitar arus listrik. Arus listrik yang timbul dari hasil gerakan magnet ini disebut arus induksi.
- Prinsip induksi elektromagnetik digunakan dalam prinsip kerja generator dan transformator.

## Refleksi

Setelah mempelajari bab Magnet, apa manfaat yang kamu rasakan? Adakah hubungannya dalam kehidupanmu sehari-hari? Apakah semua benda dapat dibuat menjadi magnet? Mengapa? Sebutkan beberapa manfaat magnet dalam kehidupan kita? Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Berikan alasanmu. Bagian mana yang belum kamu kuasai? Tuliskan bagian-bagian yang belum kamu kuasai beserta alasannya, kemudian diskusikan dengan guru fisikamu.

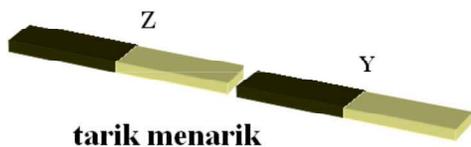
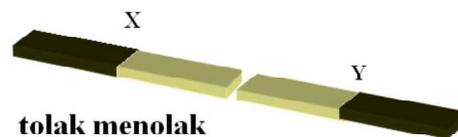
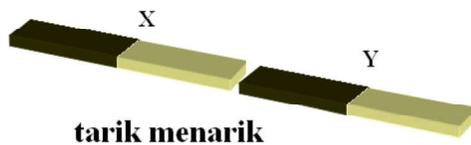
## Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (×) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Benda yang dapat ditarik magnet adalah benda yang terbuat dari ....
  - A. tembaga
  - B. nikel
  - C. bismut
  - D. kaca
  - E. seng
2. Berikut merupakan cara membuat magnet, *kecuali* ....
  - A. sentuhan tunggal
  - B. sentuhan bercabang
  - C. induksi magnet
  - D. elektromagnet
  - E. induksi elektromagnet



3. Magnet dapat dihilangkan kecuali dengan ....
  - A. dipanaskan
  - B. dipukul-pukul
  - C. mematikan listrik
  - D. dijauhkan dari magnet
  - E. didekatkan pada magnet
4. Bumi memiliki medan magnet karena ....
  - A. memiliki ukuran dan massa yang besar
  - B. berevolusi di dekat Matahari
  - C. berputar pada porosnya dengan lambat
  - D. kulit Bumi mengandung besi padat
  - E. berotasi dengan cepat membawa lelehan besi.
5. Alat berikut yang bekerja dengan prinsip gaya Lorentz adalah ....
  - A. telepon
  - B. kompas
  - C. telegraf
  - D. galvanometer
  - E. bel listrik
6. Alat yang bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik adalah ....
  - A. elektromotor
  - B. dinamo sepeda
  - C. telepon
  - D. telegraf
  - E. bel listrik
7. Sebuah transformater mempunyai tegangan primer 110 V dan tegangan sekunder 220 V. Jika kumparan primer mempunyai 100 lilitan maka jumlah lilitan pada kumparan sekunder adalah ....
  - A. 50 lilitan
  - B. 100 lilitan
  - C. 150 lilitan
  - D. 200 lilitan
  - E. 1000 lilitan
8. Perhatikan gambar berikut.

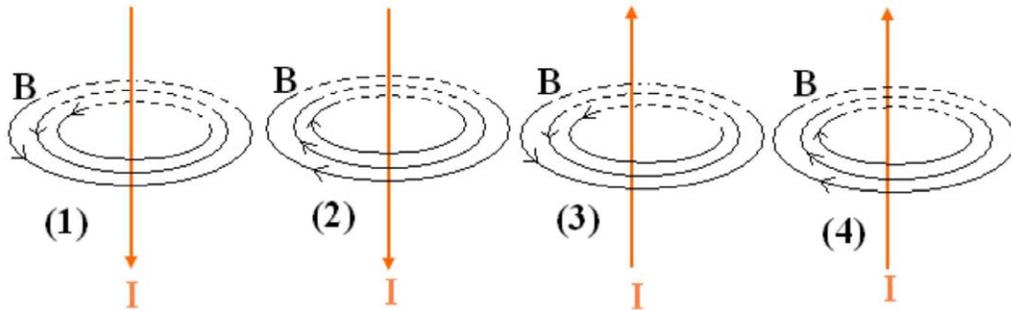




Kesimpulan yang benar adalah ....

- A. X, Y dan Z adalah magnet
- B. X, Y dan Z bukan magnet
- C. X dan Y magnet, Z bukan magnet
- D. X dan Z magnet, Y bukan magnet
- E. X dan Z magnet, Y bukan magnet

9. Perhatikan gambar berikut ini.



Arah yang benar sesuai kaidah tangan kanan terdapat pada Gambar ....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (1) dan (4)
- D. (2) dan (3)
- E. (2) dan (4)

10. Sudut yang dibentuk oleh kutub utara -selatan magnet dengan kutub utara-selatan Bumi disebut sudut ....

- A. inklinasi
- B. deklinasi
- C. ekliptika
- D. isoklinasi
- E. degredasi

11. Benda yang ditarik dengan kuat oleh magnet disebut ....

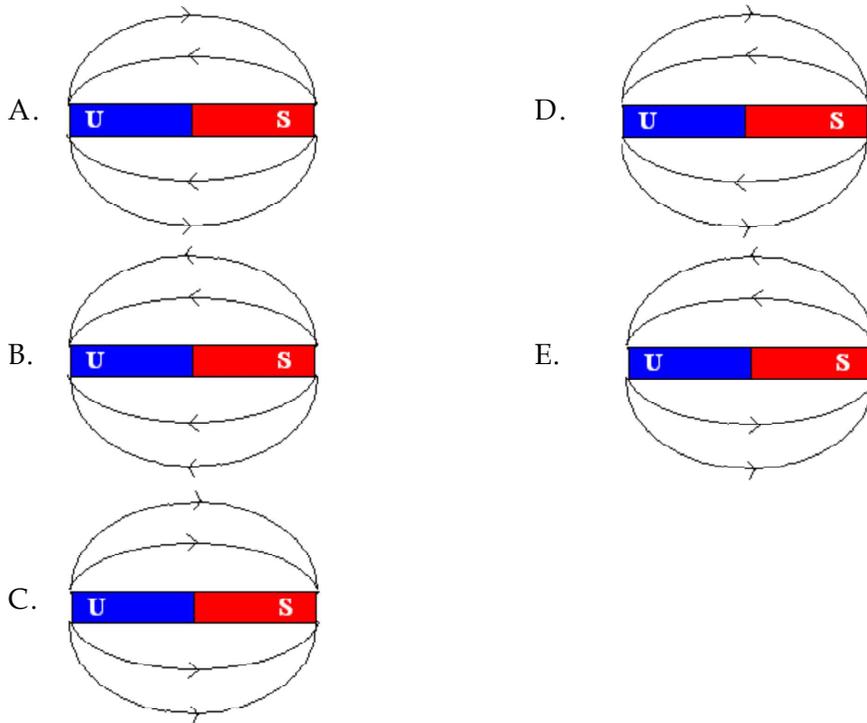
- A. paramagnetik
- B. ferromagnetik
- C. diamagnetik
- D. elektromagnetik
- E. isomagnetik

12. Berdasarkan kaidah tangan kanan arah medan magnet pada penghantar lurus yang dialiri listrik arahnya ....

- A. searah ibu jari
- B. searah telunjuk
- C. searah semua jari
- D. tegak lurus telapak tangan
- E. arah bawah telapak tangan



13. Gambar yang menunjukkan arah garis gaya magnet yang benar adalah ....



14. Daerah dimana suatu bahan feromagnetik tertarik oleh magnet disebut ....

- A. garis gaya magnet
- B. medan magnet
- C. kutub magnet
- D. kuat medan magnet
- E. gaya magnet

15. Merubah paku menjadi magnet dengan cara meletakkannya dalam kumparan listrik merupakan pembuatan magnet dengan cara ....

- A. induksi elektromagnetik
- B. prinsip elektromagnet
- C. induksi magnet
- D. gosokan tunggal
- E. gosokan ganda

16. Membanting-banting atau memukul-mukul benda magnet dapat menyebabkan ....

- A. sifat magnet bahan bertambah
- B. sifat magnet bahan hilang
- C. elementer magnet teratur
- D. elementer magnet bertambah banyak
- E. magnet bertambah kuat



Magnet

17. Gaya yang timbul pada suatu penghantar yang berada dalam medan magnet dikemukakan oleh ....
- A. Coulomb
  - B. Oersted
  - C. Faraday
  - D. Ampere
  - E. Lorentz
18. Alat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan pada gardu listrik adalah ....
- A. trafo step up
  - B. trafo step down
  - C. dinamo
  - D. generaror AC
  - E. generator DC
19. Jika kedalam tranformastor step up dengan kumparan primer dengan 100 lilitan dilewatkan arus sebesar 5 A, jika kumparan sekunder memiliki 400 lilitan maka arus yang akan keluar sebesar ....
- A. 1,25 A
  - B. 2,0 A
  - C. 5,0 A
  - D. 12,5 A
  - E. 20 A
20. Jumlah garis gaya magnet dapat dirubah dengan cara berikut, *kecuali* ....
- A. menggunakan magnet berbentuk jarum
  - B. menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan
  - C. memutar magnet dekat kumparan
  - D. mendekatkan kumparan pada kutub magnet
  - E. memutus-mutus arus primer

# Tata Surya

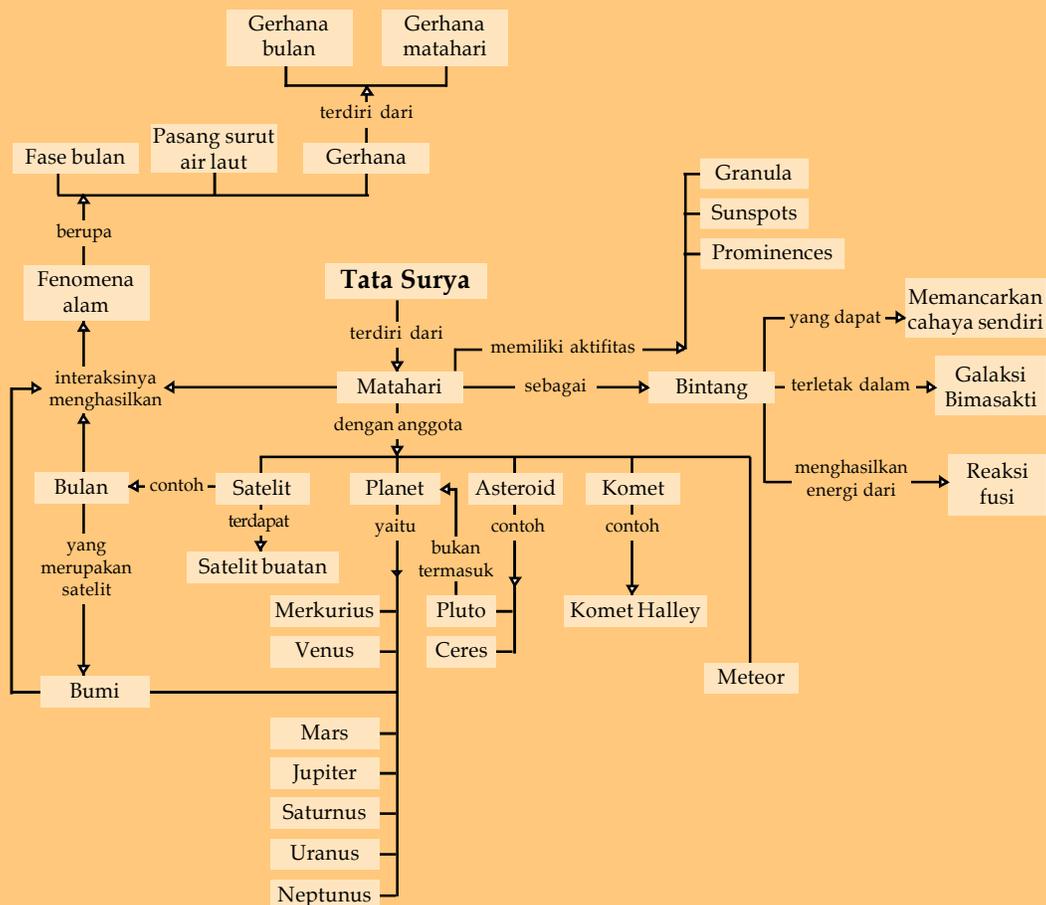


## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu:

- mendeskripsikan karakteristik sistem tata surya;
- mendeskripsikan Matahari sebagai bintang dan Bumi sebagai salah satu planet;
- mendeskripsikan gerak edar Bumi, Bulan, dan satelit buatan serta pengaruh interaksinya;
- mendeskripsikan proses-proses khusus yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer yang terkait dengan perubahan zat dan kalor;
- menjelaskan hubungan antara proses yang terjadi di lapisan lithosfer dan atmosfer dengan kesehatan dan permasalahan lingkungan.

## Peta Konsep





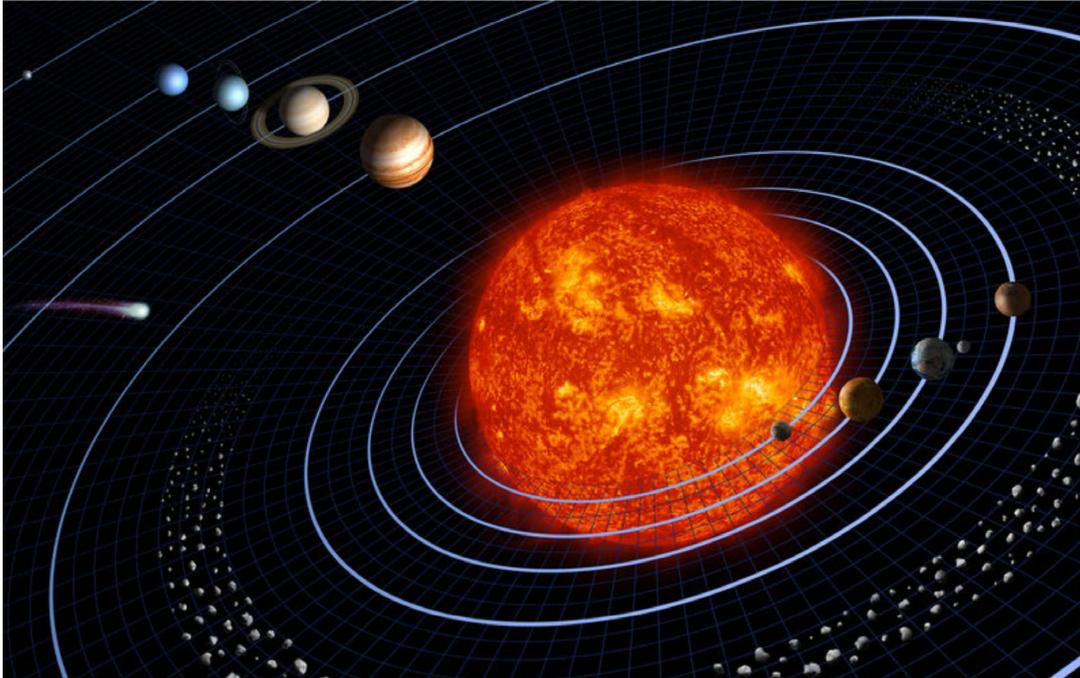
Hingga kini, keingintahuan para ilmuwan dalam menyelidiki anggota tata surya masih begitu besar. Mereka dapat mengamatinya dari Bumi atau melalui satelit buatan yang dikirim ke angkasa. Salah satu tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengetahui ada atau tidaknya kehidupan dalam planet lain atau pada satelit-satelitnya. Pada bab ini, kita akan mempelajari keadaan tata surya, mulai dari anggota tata surya, ciri khusus Bumi dan Bulan, sampai penerbangan ke angkasa luar.

## 5.1 Sistem Tata Surya

Bumi tempat kita tinggal merupakan sebuah planet yang terdapat dalam tata surya. Setiap anggota tata surya dibedakan berdasarkan kemampuannya untuk memancarkan cahaya, ukuran dan sifat orbitnya. Planet adalah benda langit yang beredar mengelilingi Bintang. Planet yang satu dengan yang lain tidak bertabrakan karena memiliki lintasan orbit yang berbeda.

### A. Anggota Tata Surya

Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri dari Matahari, dan anggota tata surya yaitu, *planet, asteroid, satelit*, yang bergerak pada porosnya sambil berputar mengelilingi Matahari. Selain itu terdapat juga komet dan meteor.



Gambar 5.1 Sistem tata surya

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

Di dalam tata surya kita, sampai saat ini ditetapkan terdapat delapan buah planet yang mengelilingi Matahari, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus. Pluto tidak dianggap sebagai planet karena terlalu kecil.

Menurut para ahli, asteroid merupakan pecahan dari planet yang hancur. Asteroid tersusun, antara lain dari hidrogen, helium, dan bahan lainnya. Beberapa nama Asteroid yang terkenal, di antaranya Ceres, Pallas, Yuno, dan Vesta. Saat ini Pluto juga digolongkan sebagai asteroid.

Satelit adalah benda langit yang beredar mengelilingi planet. Bumi memiliki satelit yang disebut Bulan. Bulan sebagai satelit Bumi memiliki sifat tertentu pula. Planet Bumi merupakan planet ketiga dari Matahari dalam tata surya kita.

Komet merupakan benda langit yang terdiri dari es yang sangat padat. Ketika mendekati Matahari, komet mengeluarkan gas yang berbentuk kepala bercahaya dan semburan yang terlihat seperti ekor (Gambar 5.2). Komet diberi nama sesuai nama penemunya, seperti Komet Halley, ditemukan oleh Edmund Halley



**Gambar 5.2** Komet yang berekor

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

Meteor adalah benda-benda kecil di jagad raya yang memasuki atmosfer Bumi. Meteor akan jatuh ke Bumi akan terbakar sehingga menimbulkan nyala oleh sebab itu, meteor disebut juga *bintang jatuh*. Meteor-meteor yang habis terbakar di atmosfer Bumi disebut *meteorid*. Adapun meteor-meteor besar yang tidak habis terbakar dan sempat jatuh ke Bumi disebut *meteorit*.

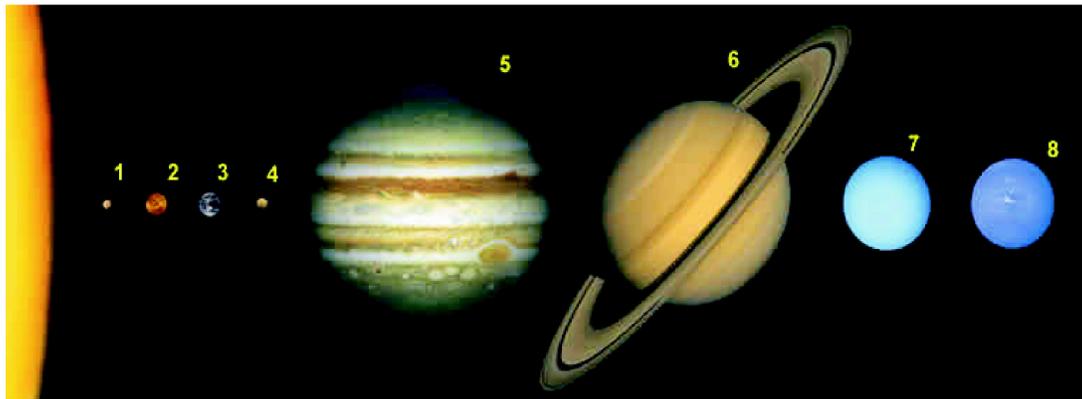


**Gambar 5.3** Meteor terbakar di atmosfer

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

## B. Planet-Planet dalam Tata Surya

Merkurius merupakan planet anggota tatasurya terkecil dengan diameter sekitar 4.879 km. Venus memiliki diameter sekitar 12.100 km dan Bumi 12.700 km, sedangkan diameter Mars hanya 6.800 km. Jupiter merupakan planet terbesar dalam tata surya kita dengan diameter sekitar 142.980 km. Perbandingan volume Jupiter dengan volum Bumi, yaitu 1.300 : 1. Saturnus merupakan planet terbesar kedua setelah dengan diameter sekitar 120.540 km. Uranus memiliki diameter sekitar 51.120 km sedangkan Neptunus sekitar 49.530 km.



1. Merkurius 2. Venus 3. Bumi 4. Mars 5. Jupiter 6. Saturnus 7. Uranus 8. Neptunus

**Gambar 5.4** Perbandingan ukuran planet penyusun Tatasurya

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

Planet mengelilingi matahari pada lintasan tertentu yang disebut orbit. Orbit berbentuk ellips dengan jarak tertentu dari masing-masing planet. Merkurius merupakan planet terdekat dengan Matahari dengan jarak sekitar  $5,79 \times 10^7$  km, diikuti oleh Venus dengan jarak kira-kira  $1,082 \times 10^8$  km. Bumi berada pada jarak  $1,496 \times 10^8$  km dari Matahari, sedangkan Mars pada jarak 227,9 juta km. Jarak rata-rata planet Jupiter ke Matahari sekitar 778 juta km dan Saturnus sekitar 1.427 juta km. Uranus berjarak kira-kira 2.870 juta km dari Matahari, sedangkan Neptunus sekitar 4.497 juta km.

Planet selain bergerak mengelilingi Matahari, juga berputar pada sumbunya. Perputaran planet pada sumbunya disebut rotasi, sedangkan perputaran planet mengelilingi Matahari disebut revolusi. Waktu yang diperlukan planet untuk berotasi disebut kala rotasi, sedangkan waktu yang diperlukan planet untuk berevolusi disebut kala revolusi.

Kala revolusi Merkurius kira-kira 88 hari dan kala rotasinya 59 hari. Kala rotasi Venus 243 hari dan kala revolusinya 225 hari. Venus memiliki arah perputaran searah jarum jam (dari timur ke barat). Kala revolusi Bumi 365,25 hari dan kala rotasi Bumi 23 jam 56 menit. Kala revolusi Mars 687 hari dan kala rotasinya 24 jam 37 menit 21 detik. Kala revolusi Jupiter selama 11,9 tahun dan kala rotasinya 10 jam sekali putaran. Rotasi ini paling cepat daripada planet lainnya namun atmosfer Jupiter hampir tidak berotasi. Kala revolusi Saturnus 29,5 tahun dan kala rotasinya sekitar 10,2 jam. Kala revolusi Uranus sekitar 84 tahun, sedangkan kala rotasinya 17 jam 14 menit. Kala revolusi Neptunus ialah 165 tahun dan kala rotasinya 15 jam 48 menit.



**Tabel 5.1** Perbandingan antar planet

Nama Planet	Jarak dari Matahari, (m)	Diameter (km)	Kala rotasi	Kala revolusi
Merkurius	$5.790 \times 10^{10}$	4,9	59 hari	88 hari
Venus	$1.082 \times 10^{11}$	12,1	243 hari	225 hari
Bumi	$1.496 \times 10^{11}$	12,7	23,9 jam	365,25 hari
Mars	$2.279 \times 10^{11}$	6,8	24,6 jam	687 hari
Jupiter	$7.783 \times 10^{11}$	143	9,8 jam	11,9 th
Saturnus	$1.427 \times 10^{12}$	120	10,2 jam	29,5 th
Uranus	$2.870 \times 10^{12}$	51	17,2 jam	84 th
Neptunus	$4.497 \times 10^{12}$	50	15,8 jam	164,8 th

### Latihan 5.1

1. Jelaskan apa pengertian gaya gravitasi! Dan apa hubungannya dengan peredaran Bulan dan Bumi di tata surya ?
2. Buatlah model tata surya yang menunjukkan orbit semua anggota Tatasurya !
3. Lihat tabel 3.1. Coba kamu jelaskan perbandingan antar planet ditinjau massa, jari-jari, dan jarak rata-rata ke Matahari!
4. Termasuk kedalam kelompok apa Pluto sekarang?Jelaskan berikut alasannya !
5. Apa perbedaan komet dan meteor? Jelaskan !

## 5.2 Matahari sebagai Bintang

Matahari yang terbit di pagi hari dan terbenam di sore hari adalah sebuah bintang. Matahari nampak begitu besar dan panas dibanding bintang lainnya karena jaraknya yang begitu dekat dengan Bumi. Kita tidak melihat bintang lain disiang hari, karena pancaran cahayanya tersilaukan tertutupi sinar matahari.

Matahari berbeda dengan planet yang mengelilinginya, karena planet tidak dapat memancarkan cahaya sendiri.(Gambar 5.5) Begitu pula satelit seperti Bulan, tidak dapat memancarkan cahaya sendiri. Cahaya yang tampak datang dari planet dan satelit sebenarnya adalah cahaya Matahari yang dipantulkan oleh planet atau satelit tersebut.



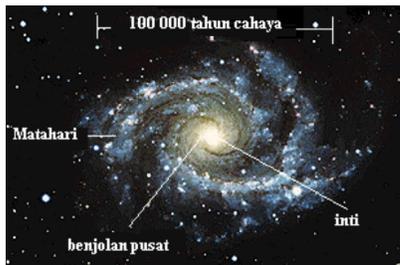
**Gambar 5.5** Matahari sebagai bintang

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



Matahari sering kita lihat sebagai bola yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan bulan, namun sebenarnya Matahari sangat besar sekitar satu juta kali ukuran bumi. Kalau kita buat perbandingan Matahari sebesar bola basket maka bumi hanya sebesar titik hitam saja. Diameter bumi sekitar 13 000 kilometer, sedangkan Matahari sekitar 1,4 juta kilometer. Namun, Matahari tampak kecil karena Matahari terletak sekitar 150 juta kilometer dari bumi. Sehingga jika kita mengendarai kendaraan dengan kecepatan 80 km/jam, maka kita akan sampai ke matahari 186 tahun kemudian.

### A Matahari sebagai Salah Satu Bintang dalam Bimasakti



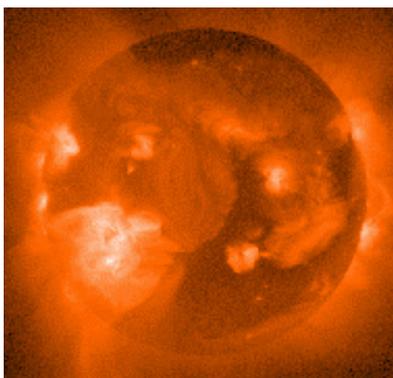
Gambar 5.6 Letak Matahari dalam galaksi Bimasakti

sumber : <http://www.star.le.ac.uk/edu/>

30.000 tahun cahaya, sedangkan satu tahun cahaya sama dengan  $9,5 \times 10^{12}$  km. Oleh sebab itu, Matahari terletak pada salah satu ujung galaksi.

Matahari seperti bintang yang lainnya terbuat dari gas yang panas, mengandung beberapa material yang terdapat di bumi. Unsur-unsur tersebut antara lain hidrogen, helium, kalsium, natrium, magnesium, dan besi.

Energi panas Matahari yang sampai ke bumi ini dapat berupa pancaran gelombang elektromagnetik atau sinar Matahari, pancaran kosmik, pancaran neutron, dan angin atau aurora. Pada bab ini, kita akan membatasi pembahasan tentang gelombang elektromagnetik atau sinar matahari saja.



Gambar 5.7 Pancaran cahaya Matahari

Sumber : <http://www-spf.gsfc.nasa.gov/>

Matahari sebenarnya bukan bintang yang besar. Di alam ini masih ada benda-benda langit yang berukuran lebih besar dan saling berkelompok yang disebut *bintang*. Kumpulan berjuta-juta bintang membentuk suatu **galaksi**. Galaksi tempat tata surya kita berada disebut *galaksi* Bimasakti. Di dalam galaksi ini, terdapat kurang lebih 100 juta bintang.

Matahari yang kita kenal merupakan satu di antara jutaan bintang di dalam galaksi Bimasakti. Jarak antara Matahari dan pusat galaksi mencapai

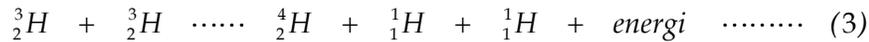
Sinar Matahari yang berbentuk gelombang elektromagnetik ini biasanya terlihat berwarna putih. Jika warna putih ini kita uraikan, akan diperoleh tujuh warna lain yang berbeda frekuensinya. Deretan warna hasil penguraian itu disebut spektrum warna. Menurutmu warna apa saja yang termasuk spektrum warna? Spektrum warna yang terdapat pada sinar Matahari disebut spektrum Matahari. Setiap warna pada spektrum Matahari mempunyai frekuensi dan panjang gelombang yang berbeda.

### B. Sumber Energi Matahari

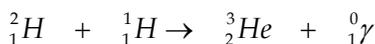
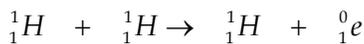
Seperti bintang-bintang lainnya matahari memancarkan cahaya sendiri. (Gambar 5.7)



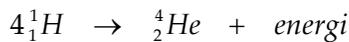
Pancaran panasnya mencapai 10 juta derajat pada bagian dalam Matahari, sedangkan bagian luarnya 5800 derajat. Spektrum Matahari menunjukkan sebagian besar bahan pembentuk energi Matahari adalah unsur hidrogen. Matahari memancarkan energi karena di dalamnya terjadi reaksi fusi atau penggabungan atom hidrogen.



Reaksi berantai yang mengubah atom-atom hidrogen menjadi helium ini terjadi di Matahari karena suhunya yang sangat besar. Reaksi diawali dari penggabungan dua atom hidrogen  ${}^1_1H$  menjadi deuterium. Deuterium bergabung kembali dengan hidrogen yang ada dan menghasilkan atom helium  ${}^3_2He$  yang belum stabil. Ketidakstabilannya membuat atom helium tersebut berreaksi kembali dengan atom helium lain yang belum stabil dan menghasilkan helium  ${}^4_2He$  stabil. Reaksi seutuhnya yang terjadi tampak sebagai berikut :



Secara ringkas perubahan yang terjadi adalah :



Reaksi penggabungan dua inti atom yang ringan menjadi inti atom lain yang lebih berat disebut reaksi fusi. Reaksi fusi ini hanya akan terjadi pada suhu yang tinggi sehingga disebut reaksi fusi termonuklir. Reaksi fusi ini juga akan menghasilkan energi yang sangat besar.

Energi tersebut timbul akibat terdapatnya selisih massa sebelum dan sesudah reaksi. Selisih massa pembentuk  ${}^4_2He$  yang memiliki massa 4,0038 sma dari 4 buah  ${}^1_1H$  yang bermassa 1,00812 sma , maka akan tampak selisih:

$$\begin{aligned} \text{Massa atom hidrogen} &= 4 \times 1,00812 \text{ sma} \\ &= 4,03248 \text{ sma} \\ \text{Massa 1 atom helium} &= 4,00388 \text{ sma} \\ \text{Selisih massa} &= 4,00388 \text{ sma} - 4,03248 \text{ sma} = 0,02860 \text{ sma} \end{aligned}$$



Pengurangan massa ini diubah menjadi energi sesuai dengan persamaan yang dikemukakan oleh Albert Einstein.

$$E = (\Delta m) \cdot c^2$$

Dimana:  $E$  = energi pancaran matahari (MeV)

$\Delta m$  = perubahan massa (sma)

$C$  = kecepatan cahaya cahaya (m/s).

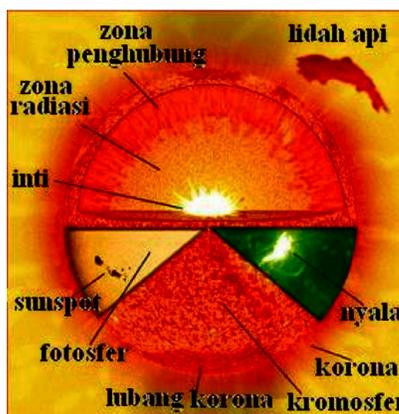
Sehingga:

$$\begin{aligned} E &= (\Delta m) \cdot c^2 \\ &= 0,02860 \text{ sma} \times (3,08 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 2,7131104 \text{ MeV} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data bahwa ternyata energi Matahari besarnya 2,7 MeV atau  $5,5 \times 10^{27}$  kalori/menit. Energi pancaran Matahari yang diterima Bumi sebesar  $\frac{1}{2 \times 10^9}$  energi totalnya. Reaksi fusi buatan dapat terjadi pada bom hidrogen.

Energi pancaran Matahari selama berjuta-juta tahun jumlahnya selalu tetap. Keadaan yang tetap inilah yang menyebabkan manusia dapat bertahan hidup. Jika suatu ketika energi pancaran Matahari itu berkurang, semua air dan Bumi akan membeku. Sebaliknya jika energi pancaran Matahari bertambah, semua air di Bumi akan menguap. Akibatnya Bumi sendiri akan menjadi padat dan panas sekali. Pada saat itulah mungkin kehidupan di Bumi akan berakhir. Dengan demikian, semakin jelaslah bahwa Matahari merupakan sumber segala kehidupan bagi manusia, terutama untuk air dan tumbuhan.

### C. Lapisan-Lapisan Matahari



Gambar 5.8 Bagian Matahari

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

Matahari adalah benda langit yang bentuknya menyerupai bola besar yang terdiri dari gas pijar dan aktif. Diameternya sekitar 1.400.00 km. Jika kita memandang Matahari, tampak seakan-akan permukaan Matahari halus dan licin. Sebenarnya tidaklah demikian. Pada permukaan Matahari terjadi loncatan-loncatan api setiap saat. Matahari terdiri dari beberapa lapisan di antaranya fotosfer, kromosfer dan korona. (Gambar 5.8)

Fotosfer ialah lapisan permukaan Matahari yang dapat mengeluarkan sinar. Lapisan ini menyerupai piringan yang berwarna emas. Selain itu, sinar yang

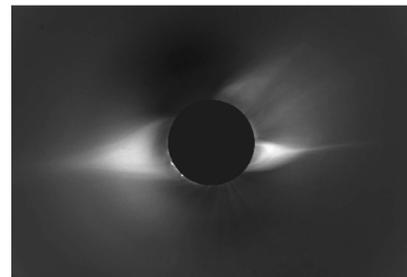
dikeluarkannya merupakan spektrum warna yang lengkap, baik warna tampak maupun tidak tampak. Diantaranya sinar ultraviolet dan sinar inframerah.

**Fotosfer** merupakan lapisan gas panas tebalnya  $\pm 320$  km. Mengingat Matahari adalah gas, batas-batas lapisan ini tidak diketahui dengan jelas. Makin jauh dari pusat Matahari, batas lapisannya makin kabur dan suhunya makin rendah. Pada akhirnya, lapisan ini bercampur dengan lapisan berikutnya yaitu kromosfer. Suhu rata-rata lapisan fotosfer adalah 5.700 Kelvin.

**Kromosfer** adalah lapisan terbawah dari atmosfer Matahari dan mengeluarkan cahaya merah lemah. Cahayanya berbentuk gelang merah dari gas-gas hidrogen. Apabila terjadi gerhana Matahari total, Bulan akan menutupi seluruh permukaan fotosfer sehingga lapisan kromosfernya akan tampak jelas.

Kromosfer adalah lapisan Matahari yang mengandung partikel-partikel inti, seperti *proton*<sup>6)</sup>, *neutron*<sup>7)</sup>, dan *elektron*<sup>8)</sup>. Tebal lapisan kromosfer  $\pm 16.000$  km. Suhu rata-ratanya antara 6.000 sampai dengan 20.000 Kelvin. Dalam lapisan kromosfer ini terjadi loncatan gas panas ke arah luar, kemudian jatuh kembali ke Matahari. Loncatan gas ini disebut *prominences*. Selain itu dipancarkan pula gelombang radio yang disebut *radio bintang*.

**Korona** adalah lapisan terluar Matahari yang melingkupi kedua lapisan di atas dengan batas yang sulit ditentukan. Bentuk korona tidak teratur karena mempunyai kerapatan yang sangat rendah. Bagian dalam korona berwarna kuning, sedangkan bagian luarnya berwarna putih. Kita sering melihat korona sebagai warna keabu-abuan saat gerhana Matahari total. Korona merupakan lapisan Matahari yang banyak mengandung atom besi, nikel, zat kapur dan argon<sup>9)</sup>. Tebal korona  $\pm 2,5$  juta km. Suhu rata-ratanya adalah 1 juta Kelvin.



**Gambar 5.9** Korona saat Gerhana Matahari total

Sumber :<http://www.hao.ucar.edu/>

#### D. Aktivitas Matahari

Penemuan *spectroheliograph* dengan daya amat yang kuat pada tahun 1892, membuat apa yang terjadi pada Matahari dapat diamati. Reaksi fusi di Matahari menyebabkan energi pancaran Matahari bergerak lebih hebat dan menimbulkan berbagai aktivitas Matahari. Aktivitas Matahari dapat berupa *granula*, *sunspots*, dan *prominences*.

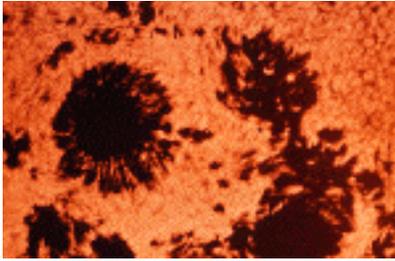
Gas panas Matahari selalu aktif dan bergerak. Gas tersebut bergerak dengan hebat berupa gumpalan gumpalan nyala-nyala api besar pada fotosfer. Gumpalan atau granula ini membuat permukaan fotosfer seperti golongan api yang meletup-letup. (Gambar 5.10)



**Gambar 5.10** Granula

Sumber:<http://my.execpc.com/>

Suhu dan tekanan yang tinggi pada fotosfer menyebabkan nyala api itu berlompatan jatuh ke dalam korona yang suhu dan tekanannya lebih rendah. Perbedaan suhu dan tekanan antara loncatan api dan daerah sekitarnya, membuat loncatan api yang jatuh dalam korona menjadi lebih dingin dan mengendap. Pendinginan ini menyebabkan cahaya kemilauannya menghilang, sehingga terdapat perbedaan menyolok antara panas loncatan api dan daerah sekitarnya. Perbedaan tersebut tampak seperti daerah yang gelap.

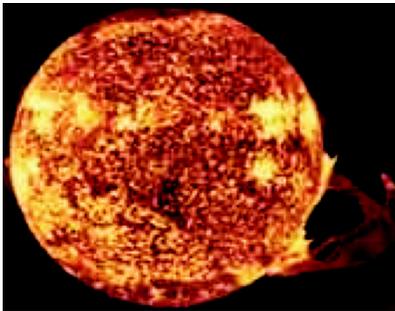


**Gambar 5.11** Sunspot

Sumber: <http://www.spf.gs7c.nasa.gov>

Daerah gelap pada Matahari berbentuk titik atau bulatan yang disebut noda hitam atau *sunspot* (Gambar 5.11). Jadi pada dasarnya *sunspot* adalah daerah yang lebih dingin dalam Matahari. Diameter *sunspots* antara 800 sampai dengan 80.000 km.

Saat terjadi ledakan gumpalan api yang dihasilkan dapat menjulur dari fotosfer keluar dan jatuh lagi dalam Matahari. Loncatan api yang berupa juluran tersebut disebut dengan lidah api atau *prominences*. Bagian ini terang sekali. Bahannya terdiri dari proton dan elektron yang berasal dari atom hidrogen. Bentuk lidah api berubah-ubah, demikian juga warnanya dari kehijau-hijauan sampai merah tua. Panjang lidah api dapat mencapai ribuan kilometer.



**Gambar 5.12** Lidah Api

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

Di dalam noda hitam terdapat pula gas-gas panas yang bergerak sangat cepat. Partikel-partikel gas tersebut akan dilontarkan dari noda hitam keluar Matahari dan menghasilkan angin Matahari. Hentakan angin Matahari bisa mencapai Bumi dalam waktu beberapa jam, sedangkan partikel-partikelnya sampai dalam beberapa hari.



**Gambar 5.13** Sabuk radiasi Van Allen

Sumber : <http://www.windows.ucar.edu/>

Partikel dalam angin matahari yang sampai ke Bumi akan terhambat oleh *Sabuk Radiasi Van Allen*. (Gambar 5.13). Sabuk ini menyebabkan kecepatan partikel-partikel yang sampai ke Bumi menjadi sangat berkurang. Namun tetap saja partikel ini dapat menyebabkan badai geomagnetik yang dapat merusak peralatan elektronik dan memadamkan aliran listrik.

Sabuk radiasi Van Allen terdiri dari partikel partikel berupa elektron, proton dan ion-ion dari atom yang lebih berat. Partikel tersebut terjebak dalam bentuk sabuk karena adanya medan magnet Bumi. Partikel dalam sabuk ini sangat berbahaya bagi manusia, binatang tumbuhan juga mengganggu peralatan elektronik.

Masuknya partikel-partikel Matahari ke dalam atmosfer Bumi akan diarahkan ke kutub Bumi sehingga menimbulkan cahaya yang disebut *aurora*. Kecepatan aurora mencapai ratusan kilometer tiap detik. Sebagian proton dan elektron mencapai Bumi dalam waktu 13 - 16 jam. Hamburan lidah api dapat mengganggu *ionosfer* dan dapat mengganggu komunikasi radio. Hal ini menyebabkan fungsi ionosfer sebagai pemantul gelombang pendek pada gelombang radio berkurang. Akibatnya pada radio terdengar



**Gambar 5.14** Aurora

Sumber :<http://www.windows.ucar.edu/>

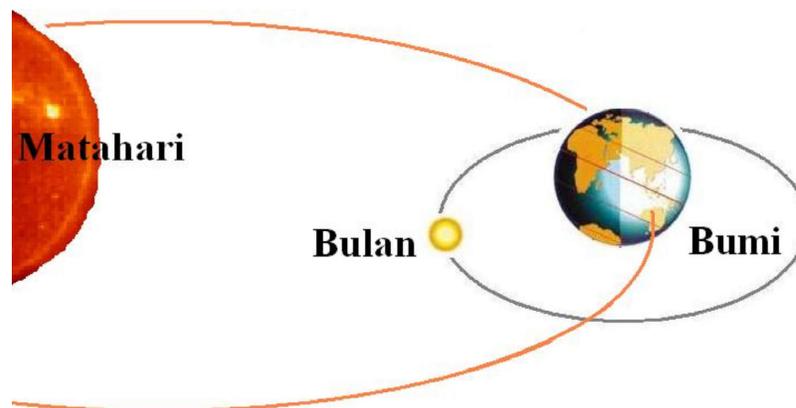
### Latihan 5.2

suara bergemericik.

1. Mengapa Matahari disebut juga bintang ?
2. Matahari merupakan sumber energi, bahan-bahan apa saja yang
3. Sebutkan lapisan-lapisan yang dimiliki oleh Matahari berikut ciri-cirinya
4. Apa yang menjadi sumber terbentuknya energi Matahari? Jelaskan !
5. apa peran sabuk radiasi Van Allen dalam melindungi Bumi ?

### 5.3 Interaksi Matahari, Bumi, Bulan, dan Satelit Buatan

Bumi mengelilingi Matahari sebagai pusat Tatasurya, sedangkan Bulan sebagai satelit Bumi bergerak mengelilingi Bumi. Bulan juga mengikuti Bumi saat bergerak mengelilingi Matahari. Hal ini akan menimbulkan beberapa fenomena seperti gerhana, pasang surut air laut atau fase bulan.



**Gambar 5.15** Bulan mengelilingi Bumi dan Bumi mengelilingi Matahari



Matahari membuat anggota tatasurya seperti planet tetap pada *orbitnya* karena adanya gaya gravitasi dari Matahari dan planet-planet tersebut. Begitu juga gaya gravitasi mengikat Bulan terhadap Bumi.

### A. Gaya Gravitasi antara Bumi dan Matahari

Setiap benda di langit alam raya ini memiliki kekuatan menarik benda langit lainnya. Gaya tarik tersebut dikenal dengan istilah *gravitasi*. Gravitasi adalah gaya yang timbul akibat interaksi gaya tarik menarik antar materi. Gaya ini sangat lemah dibandingkan dengan gaya alam lainnya. Gaya gravitasi antar dua objek tergantung pada massanya, ini sebabnya kenapa gravitasi baru tampak jika bendanya berukuran besar seperti Bumi.

Gravitasi Bumi merupakan gaya tarik Bumi terhadap benda yang ada di atas permukaannya ke arah pusat Bumi. Gravitasi Bumi ini disebabkan oleh massa Bumi yang lebih besar dibandingkan dengan massa benda di atasnya.

Menurut **Newton**, jika terdapat dua benda maka jumlah gaya tarik kedua benda itu sebanding dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

Persamaan :

$$F = G \frac{M m}{R^2}$$

Dalam hal ini,  $F$  merupakan gaya tarik kedua benda (N),  $G$  merupakan konstanta gravitasi,  $M$  dan  $m$  merupakan massa kedua benda (kg), dan  $R$  merupakan jarak antara massa  $M$  dan massa  $m$  (m). Persamaan di atas dikenal dengan *Hukum Gravitasi Newton*.

Berdasarkan keterangan di atas, setiap benda yang berada di atas permukaan Bumi akan terkena gaya tarik Bumi (gravitasi Bumi). Semakin jauh jarak benda terhadap Bumi, semakin kecil pula pengaruh gaya tarik Bumi tersebut. Mengapa demikian? Menurut hasil percobaan, massa Bumi itu besarnya  $6 \times 10^{24}$  kg. Berdasarkan massa dan volumenya, diperoleh massa jenis Bumi rata-rata, yaitu  $5,5 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>.



**Gambar 5.16** Pengamatan Bumi dari pesawat angkasa

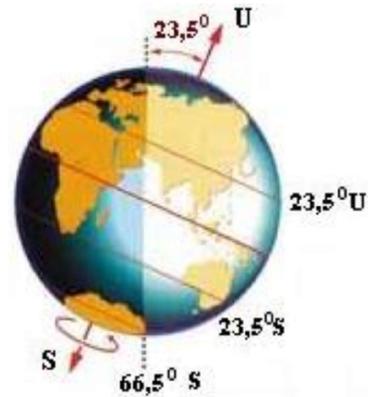
Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>

### B. Karakteristik Bumi sebagai planet

Bumi planet tempat tinggal kita memiliki bentuk seperti bola. Hal ini ditunjukkan pada fakta dan beberapa fenomena yang menunjang. Hasil pemotretan Bumi dari pesawat angkasa luar atau satelit menunjukkan bahwa Bumi berbentuk bulat. (Gambar 5.16) Fenomena Matahari, dan benda-benda langit lainnya terbit dan terbenam tidak pada saat yang sama. Terjadinya terjadi siang dan malam adalah fenomena yang hanya mungkin terjadi jika

Bumi berbentuk bulat. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa Bumi tidak bulat sempurna, tetapi agak pepat pada kedua kutubnya. Hal ini dibuktikan dengan ukuran jari-jari Bumi di ekuator 6.378,16 km, sedangkan sumbu kutubnya 6.356,775 km.

Gerakan Bumi beredar mengelilingi Matahari disebut revolusi Bumi. Bidang edar Bumi mengelilingi Matahari disebut ekliptika. Arah revolusi Bumi berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Selama berevolusi, sumbu Bumi miring  $66,5^\circ$  terhadap bidang ekliptika dengan arah yang sama. Kemiringan sumbu Bumi ini mengakibatkan Matahari tampak bergerak ke utara hingga  $23,5^\circ$  lintang utara) dan  $23,5^\circ$  lintang selatan (Gambar 5.17).



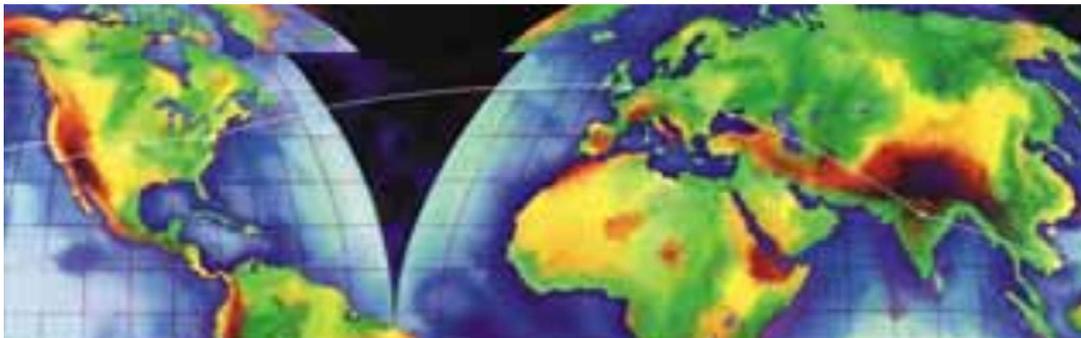
Gambar 5.17 Kemiringan Bumi

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

Akibat revolusi Bumi dan kemiringan sumbunya tersebut terjadi pergantian musim sepanjang tahun. Hal ini karena setiap tempat di Bumi tidak menerima sinar Matahari yang sama banyaknya. Begitu pula dalam satu tahun terjadi perbedaan lama waktu siang dan malam hari setiap harinya, bergantung dari musim yang dialami daerah tersebut.

Gerakan bumi berputar pada porosnya disebut rotasi Bumi. Adanya pengamatan terhadap benda-benda langit yang terbit di sebelah timur dan terbenam di sebelah barat menunjukkan bahwa Bumi berotasi dari barat ke timur, yaitu berlawanan dengan perputaran jarum jam. Periode rotasi adalah sekitar 23 jam 56 menit.

Adanya peredaran gerak semu harian Matahari dari timur ke barat selama  $\pm 12$  jam menyebabkan terjadinya pergantian siang dan malam. Di daerah katulistiwa, lamanya siang dan malam hampir sama yaitu 12 jam. Adapun di daerah kutub, lamanya siang kadang-kadang lebih panjang daripada malam atau sebaliknya. Selain itu, adanya rotasi Bumi menyebabkan perbedaan waktu. Tempat-tempat yang berbeda meridiannya berbeda pula waktunya. Setiap berbeda garis bujur  $1^\circ$ , waktunya berbeda 4 menit atau setiap  $15^\circ$  berbeda 1 jam.



Gambar 5.18 Pembagian Wilayah waktu setiap  $15^\circ$

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



Pada umumnya, seluruh permukaan Bumi dibagi menjadi 24 daerah waktu. Setiap dua daerah waktu yang berdampingan berbeda 1 jam. Untuk patokan waktu dipakai waktu *Greenwich*. Greenwich adalah sebuah kota kecil dekat London, dan garis bujur yang melewati kota itu ditetapkan sebagai bujur  $0^\circ$ . Indonesia yang terletak antara  $95^\circ$  BT -  $141^\circ$  BT dibagi menjadi 3 daerah waktu, yaitu waktu Indonesia bagian Barat, Indonesia bagian Tengah dan Indonesia bagian Timur.

Garis bujur  $180^\circ$  ditetapkan sebagai batas penanggalan internasional. Artinya, jika di belahan Bumi timur sudah tanggal 10, di belahan Bumi barat masih tanggal 9. Garis bujur  $180^\circ$  terletak di daerah Samudra Pasifik di sebelah timur Irian.

### C. Bulan sebagai Satelit Bumi

Bulan merupakan satelit dari planet Bumi. Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri. Bulan mendapat cahaya dari sinar Matahari, kemudian dipantulkan kembali sehingga seolah-olah Bulan bersinar. Seperti benda langit lainnya, Bulan pun berbentuk bulat. Massa Bulan adalah  $7,4 \times 10^{22}$  kg. Jarak rata-rata Bulan ke Bumi sekitar 384.402 km. Jarak terdekatnya sekitar 356.400 km dan jarak terjauhnya 406.700 km.



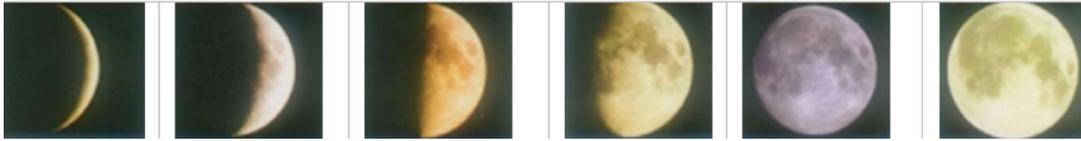
Gambar 5.19 Bulan

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>

Di Bulan tidak terdapat atmosfer sehingga hanya berupa batuan dan debu. (Gambar 5.19) Suhu di Bulan sangat dipengaruhi perubahan dari luar sehingga berubah dengan sangat cepat. Hal ini menyebabkan suhu permukaan yang terkena sinar Matahari dan yang tidak akan jauh berbeda. Bagian Bulan yang tersinari bisa memiliki suhu  $110^\circ\text{C}$  sedangkan bagian belakang mencapai  $-173^\circ\text{C}$ .

Tidak adanya atmosfer di Bulan membuat gelombang suara tidak merambat dan kita tidak dapat mendengarkan suara atau bunyi secara langsung di Bulan.

Bulan sebagai satelit Bumi melakukan tiga gerakan yaitu rotasi, revolusi, dan gerakan Bulan mengelilingi Matahari. Rotasi Bulan adalah gerakan Bulan berputar pada porosnya dari barat ke timur. Hal ini dibuktikan dengan adanya bagian Bulan yang tampak dari Bumi selalu dengan permukaan yang sama. Gerakan Bulan mengelilingi Bumi disebut revolusi Bulan. Arah revolusi Bulan mengelilingi Bumi dari barat ke timur. Kala revolusi Bulan sama dengan kala rotasi Bulan yaitu 1 bulan.

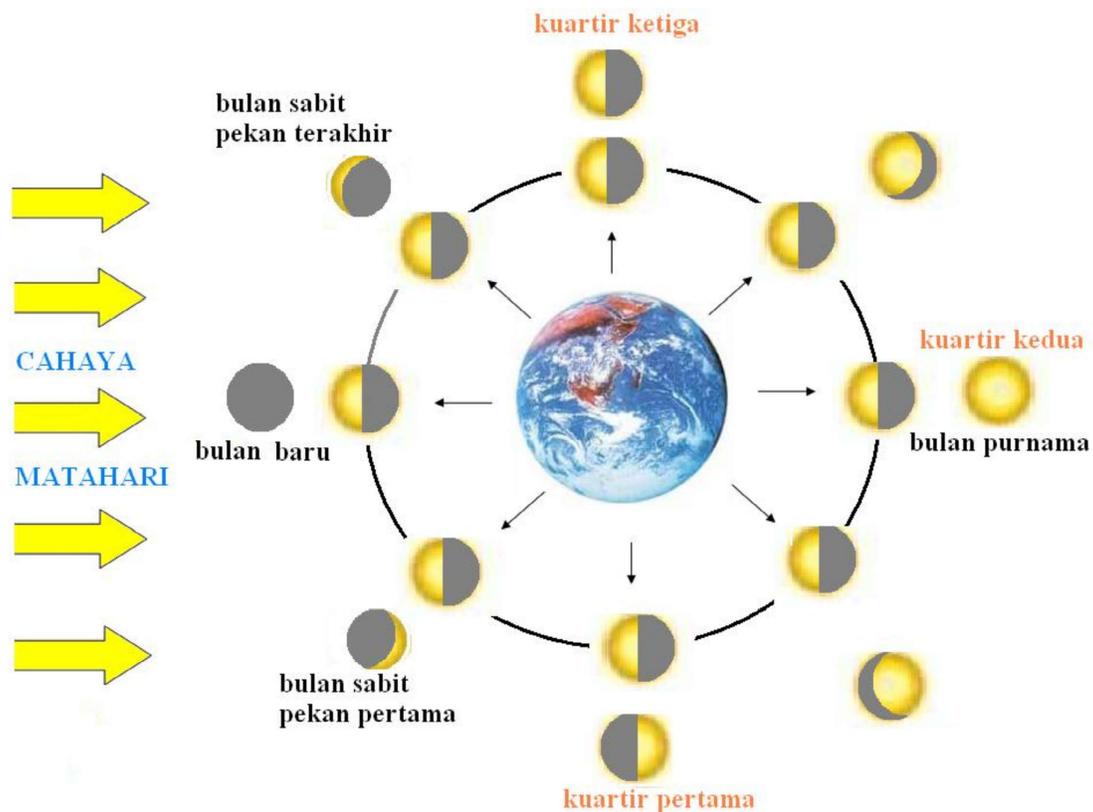


**Gambar 5.20** perubahan penampakan Bulan

Sumber: <http://alam.laeniko.or.id>

Bulan selalu mengikuti revolusi Bumi saat berevolusi mengelilingi Matahari. Hal ini membuat Bulan memiliki lintasan yang berkelok-kelok saat berevolusi. Selain itu sinar Matahari yang dipantulkan Bulan ke Bumi setiap hari berbeda-beda, sehingga bentuk Bulan tampak selalu berubah-ubah. Ketika Bulan berada di antara Bumi dan Matahari, sisinya yang gelap menghadap ke Bumi, sehingga Bulan tidak tampak. Fase gelap Bulan ini dinamakan Bulan Muda. Beberapa hari kemudian menjadi Bulan sabit dan terus sehingga posisi tengah Bulan dengan keadaan bulan purnama (Gambar 5.20)

Perubahan bentuk Bulan terlihat dari Bumi selama revolusi Bulan disebut fase bulan. Ada 8 fase bulan, yaitu bulan baru, bulan sabit awal, bulan seperempat awal, bulan gibbous awal, bulan purnama, bulan gibbous akhir, bulan seperempat akhir dan bulan sabit akhir.



**Gambar 5.21** Fase Bulan

Sumber: <http://alam.laeniko.or.id> dengan penyesuaian seperlunya



Setelah melewati fase bulan baru, Bulan mulai kelihatan dari Bumi. Bentuknya seperti sabit sehingga Bulan berada dalam fase bulan sabit awal. Bulan kemudian memasuki fase seperempat awal. Gerakan Bulan dari fase bulan baru hingga bulan seperempat awal disebut kuartir pertama.

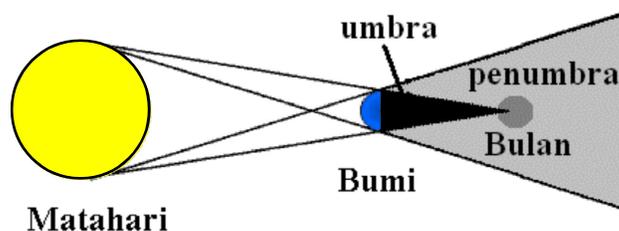
Fase bulan berikutnya adalah fase bulan gibbous awal, yang terlihat setengah bagian. Bulan akan bergerak terus sehingga Bulan kelihatan seperti piringan. Gerakan Bulan dari fase bulan seperempat awal hingga bulan purnama disebut *kuartil kedua*.

Sesudah kuartil kedua, Bulan memasuki fase gibbous akhir. Pada fase ini, Bulan kelihatan semakin kecil karena setengah bagian permukaan Bulan yang terlihat. Setelah bulan gibbous akhir, Bulan bergerak ke fase bulan seperempat akhir. Pergerakan dari bulan purnama hingga bulan seperempat akhir disebut *kuartil ketiga*. Kemudian Bulan kelihatan terus mengecil sehingga berbentuk sabit, dan memasuki fase bulan sabit akhir. Akhirnya, Bulan kembali ke bentuk fase bulan baru.

#### D. Gerhana

Bulan mengelilingi Bumi dan Bumi mengelilingi Matahari (Gambar 5.22). Hal ini akan membuat secara periodik Bulan akan berada didepan Matahari. Saat itu terjadi sinar Matahari yang menuju Bumi akan terhalangi. Terkadang sinar yang menuju Bulan pun terhalangi oleh Bumi yang tepat berada di antara Bulan dan Matahari. Kejadian seperti ini disebut Gerhana.

Peristiwa masuknya Bulan pada daerah bayang-bayang bumi disebut *gerhana bulan*. Gerhana bulan terjadi apabila Matahari - Bumi - Bulan berada pada satu garis lurus. Gerhana bulan terjadi pada malam hari ketika Bulan berada pada fase Bulan purnama.

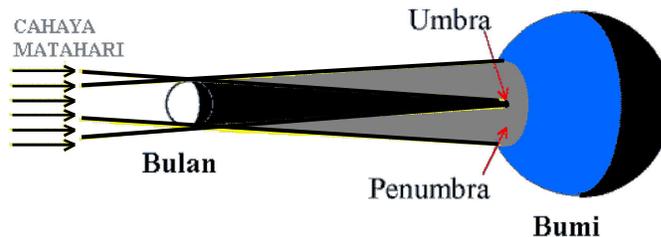


Gambar 5.22 Gerhana Bulan

Sumber: <http://www.astronomy.ohio.state.edu/>

Kita mengenal 2 macam gerhana bulan yaitu gerhana bulan sebagian dan gerhana bulan total. Gerhana bulan sebagian terjadi apabila bulan masuk pada daerah penumbra Bumi. Penumbra adalah daerah bayang-bayang Bumi yang tidak terlalu gelap. Adapun gerhana bulan total terjadi apabila Bulan masuk pada daerah bayang-bayang umbra Bumi. Umbra adalah daerah bayang-bayang Bumi yang gelap.

Peristiwa terhalangnya sinar Matahari oleh Bulan sehingga sebagian tempat di Bumi tidak memperoleh cahaya Matahari disebut *gerhana Matahari*. Gerhana Matahari terjadi apabila Matahari - Bulan - Bumi berada dalam satu garis lurus. Gerhana Matahari terjadi pada siang hari dan pada saat Bulan berada pada fase Bulan Baru.



**Gambar 5.23** Gerhana Matahari

Sumber: <http://www.astronomy.ohio.state.edu/>

Kita mengenal 2 jenis gerhana Matahari yaitu *gerhana Matahari sebagian* dan *gerhana Matahari total*. Gerhana Matahari sebagian terjadi apabila Bumi masuk pada *penumbra* Bulan. Gerhana Matahari total akan terlihat oleh orang-orang yang berada di daerah *umbra* Bulan, sedangkan jika diamati dari daerah *penumbra* hanya akan tampak Gerhana Matahari sebagian.



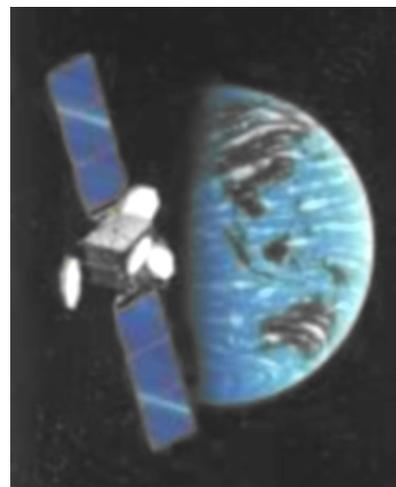
**Gambar 5.24** Pasang-surut air laut di Bumi

Sumber: <http://harunyahya.com/> dengan penyesuaian seperlunya

Pasang surut air laut adalah turun naiknya permukaan air laut dari keadaan normal. Pasang surut air laut terjadi karena pengaruh gravitasi dari Bulan dan Matahari. (Gambar 5.24) Akan tetapi, penyebab utama terjadinya surut permukaan air laut adalah pengaruh gaya gravitasi Bulan. Tepatnya pada saat Bulan berada di tempat yang jaraknya paling dekat ke Bumi.

### E. Satelit Buatan

Satelit adalah benda langit yang mengikuti planet, berarti satelit bergerak mengelilingi planet. Satelit terdiri dari dua jenis yaitu satelit alam dan satelit buatan. Contoh satelit alam yaitu Bulan sebagai satelit bumi. Contoh satelit buatan, diantaranya *Satelit Palapa* milik Indonesia. (Gambar 5.25)



**Gambar 5.25** Satelit Palapa

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



Satelit Palapa adalah satelit yang diorbitkan oleh pesawat luar angkasa. Satelit Palapa bergerak mengelilingi Bumi. Satelit ini mempunyai waktu edar sama dengan waktu rotasi Bumi dan bergerak dari barat ke timur. Satelit Palapa ditempatkan pada ketinggian 36.000 km dari permukaan Bumi, pada posisi  $0^\circ$  LU dan  $130^\circ$  BT. Satelit ini dikendalikan oleh stasiun Bumi di Cibinong Jakarta.

Manfaat menggunakan Satelit Palapa antara lain hubungan telekomunikasi di seluruh pelosok Indonesia menjadi lebih lancar dan kemampuan telekomunikasi dapat diperbesar, baik jumlah maupun mutunya. Selain itu, dengan adanya Satelit Palapa siaran TV Nasional dapat menjangkau seluruh wilayah Nusantara. Di samping itu, jaringan sistem gelombang yang telah ada tidak dihapus, kemudian disatukan dengan SKSD Palapa.

Selain untuk keperluan komunikasi sekarang banyak diluncurkan satelit sebagai stasiun pengamat angkasa. Angkasa luar disebut antariksa, yaitu ruang hampa udara di luar atmosfer Bumi. Manusia telah berupaya mengeksplorasi benda-benda langit dengan penerbangan ke angkasa luar. Kegiatan ini dipelopori oleh Rusia dan Amerika Serikat.



Gambar 5.26. COBE

Sumber: <http://imagine.gsfc.nasa.gov/>

Satelit yang diluncurkan pada tahun 2001 memiliki fungsi untuk mengukur perubahan suhu akibat radiasi sinar *cosmic* di sekitar langit. Alat ini untuk meneliti kebenaran teori *Big bang*, juga untuk meneliti bagaimana struktur galaksi di jagad raya. Sebelah Satelit yang meneliti itu diantaranya adalah COBE (*Cosmic Background Explorer*). Langit merupakan sumber gelombang mikro dari berbagai penjuru. COBE dirancang untuk dapat mengukur perubahan suhu seteliti mungkin dari satu arah dengan dari arah yang lain. Sehingga dapat menjawab pertanyaan tentang asal usul jagad raya.

ISO dengan fasilitas sinar inframerah merupakan satelit yang mengorbit dengan tujuan untuk mengamati keadaan sekitar yang tidak terduga. ISO ditempatkan pada orbit ellips dengan periode 24 jam tetap mengamati lingkungan dibawahnya. Sedangkan untuk mendeteksi akan terjadinya badai geomagnetik akibat angin Matahari kita memerlukan satelit seperti satelit ACE. ACE berfungsi sebagai satelit cuaca ketika berorbit. ACE dapat dapat memberi peringatan sejam sebelum badai geomagnetik mempengaruhi Bumi.

### Latihan 5.3

1. Apa yang dimaksud dengan gaya gravitasi? Bagaimana dengan gravitasi antara Bumi dan Matahari ?
2. Apa karakteristik Bumi sebagai salah satu planet dari Matahari ?
3. Apa perbedaan gerhana Matahari dan gerhana Bulan ? Jelaskan
4. Jelaskan hubungan gerhana dengan peristiwa pasang surut air laut!
5. Apa tujuan dan fungsi diorbitkannya satelit buatan di angkasa Bumi? Beri contoh!

## 5.4 Litosfer dan Atmosfer Bumi

Sekitar 4,5 juta tahun lalu diperkirakan Bumi terbentuk dalam tata surya. Bumi saat terbentuk berupa bola api yang panas dan memadat berbentuk gumpalan lava. Lava pada permukaan Bumi kemudian membeku dan mengeras sehingga berbentuk batuan yang keras. Permukaan Bumi saat ini 70% tertutup air dan sisanya berupa daratan dengan 7 benua. Namun Bumi yang bagian dalam masih berupa lelehan lava yang panas.

### A Litosfer

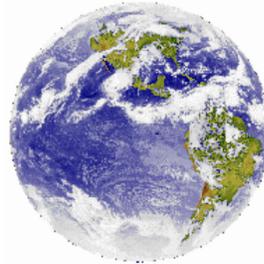
Bumi planet tempat kita tinggal memiliki diameter sekitar 12.756 km. Bumi tersusun dari batuan dan logam dan terbagi ke dalam tiga lapisan yaitu inti, selubung dan kulit Bumi.

Inti Bumi terbagi inti dalam yang berbentuk padat dan inti luar yang berbentuk lelehan. Inti dalam memiliki ketebalan sekitar 1200 km dan terdiri dari logam padat yang seperti nikel dan besi. Selubung terbagi dalam selubung dalam dan selubung luar. Selubung luar ringan dan tersusun dari batuan silikat dan magnesium. Kulit Bumi merupakan bagian terluar Bumi dan banyak mengandung batuan silikat dan aluminium.

Kulit Bumi tidak selalu memiliki bentuk dan susunan yang sama. Kulit Bumi di bawah lautan hanya memiliki ketebalan 5 km, sedangkan di daratan memiliki ketebalan sekitar 65 km. Kandungan mineral yang terdapat pada kulit Bumi di bawah laut juga lebih sedikit dibandingkan dengan di daratan.

Lapisan kulit Bumi bersama dengan selubung Bumi bagian atas disebut sebagai litosfer. Litosfer pada umumnya memiliki ketebalan sekitar 80 km. Litosfer pecah menjadi bagian lempeng raksasa yang berada disekitar permukaan Bumi seperti pecahan *puzzle*. Lempeng tektonik tersebut bergerak sedikit demi sedikit setiap tahun, akibat terjadinya pergeseran cairan pada bagian bawah litosfer.

Lelehan pada bagian bawah litosfer dapat mengalir dan berubah bentuk sesuai suhu Bumi. Aliran lelehan terjadi karena suhu inti Bumi yang sangat panas. Suhu inti Bumi lebih panas dari suhu permukaan Matahari Pemanasan dari dalam inti



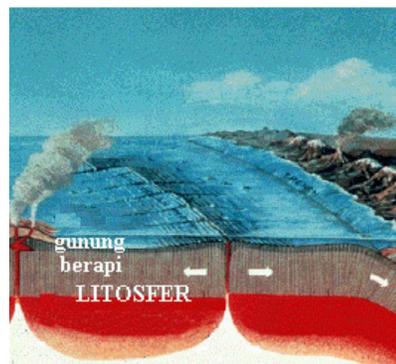
Gambar 5.27 Bentuk permukaan Bumi

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



Gambar 5.28 lapisan Bumi

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



Gambar 5.29 Kerak Bumi

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



menyebabkan selubung Bumi bergerak berputar. Pergerakan selubung menimbulkan banyaknya lempengan-lempengan dibagian kerak Bumi. Pergerakan ini juga memungkinkan terbentuknya medan magnet Bumi

Gunung biasanya terbentuk ketika dua lempeng saling bertabrakan dan tepi lempeng terdorong ke atas. Bentuk permukaan yang lain pun timbul akibat pergerakan lempeng. Lempeng Bumi bergeser sekitar 1 inci pertahun.

Unsur-unsur yang di temukan secara alami paling sedikit ada 92 unsur, tetapi hanya 8 diantaranya yang menyusun kulit Bumi. Kedelapan unsur tersebut menyusun kulit Bumi 98%. Delapan unsur tersebut tampak dalam Tabel 5.2

Tabel 5.2 Unsur penyusun kulit Bumi

Unsur	Lambang Unsur	Kadar
oksigen	O	46,6%
silikon	Si	27,7%
aluminum	Al	8,1%
besi	Fe	5,0%
kalsium	Ca	3,6%
natrium	Na	2,8%
kalium	K	2,6%
magnesium	Mg	2,1%

## B. Atmosfer



Gambar 5.30 Atmosfer Bumi

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>

Atmosfer di sekitar Bumi melindungi kita dan menghadang sinar yang berbahaya dari Matahari. Atmosfer merupakan campuran gas yang menjadi semakin tipis semakin ke atas mendekati angkasa. Udara dalam atmosfer mengandung 78% Nitrogen, 21 % oksigen dan 1 % gas lain. Takkan ada kehidupan di Bumi tanpa Oksigen. Beberapa oksigen berubah menjadi ozon dalam atmosfer. Lapisan ozon berkaitan dengan efek rumah kaca. Atmosfer dibagi dalam 5 lapisan berdasarkan perbedaan suhu dan ketinggian. Kebanyakan cuaca yang terjadi di Bumi terjadi dalam lapisan pertama.

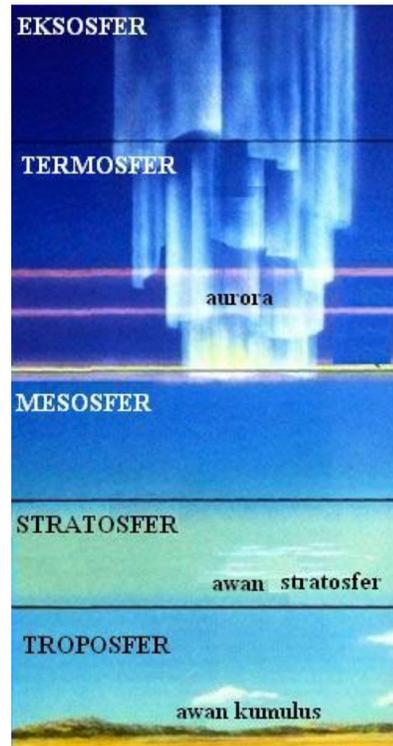
Atmosfer terbagi dalam lima lapisan, yaitu eksosfer, termosfer, mesosfer, stratosfer dan triposfer. Yang paling tebal dekat permukaan dan yang paling tipis di paling luar. Perbatasan antara atmosfer dan luar angkasa adalah eksofer Di bawah eksosfer terdapat termosfer.

Lapisan sebelah atmosfer berikutnya adalah termosfer. Udara dalam termosfer sangat tipis. Perubahan energi sedikit saja akan menyebabkan perubahan suhu yang sangat tinggi. Itu sebabnya lapisan ini sangat sensitif terhadap aktivitas Matahari. Ketika Matahari sedang aktif dan menghasilkan lidah api, suhu pada termosfer bisa mencapai  $1500^{\circ}\text{C}$  atau lebih tinggi. Termosfer merupakan lapisan atmosfer Bumi yang di dalamnya mencakup lapisan ionosfer. Ionosfer adalah daerah atmosfer yang berisi partikel-partikel bermuatan. Suhu yang tinggi pada termosfer dapat membuat partikel-partikel terionisasi. Ini sebabnya mengapa termosfer dan ionosfer saling tumpang tindih. Termosfer adalah lapisan dengan aurora. Lapisan ini juga tempat pesawat angkasa mengorbit.

Mesosfer merupakan lapisan atmosfer di bawah termosfer. Mesosfer dan bagian atas atmosfer, sehingga kadang terlihat pada bagian tepi planet. Dalam mesosfer udara cenderung bercampur dan suhu menurun sesuai ketinggian. Suhu di mesosfer bisa mencapai suhu terendah  $-90^{\circ}\text{C}$ . Mesosfer juga merupakan bagian dalam atmosfer dimana meteor terbakar saat memasukinya.

Lapisan di bawah mesosfer adalah stratosfer. Pada stratosfer suhu meningkat sesuai ketinggian. Di Bumi ozon menyebabkan kenaikan suhu dalam stratosfer. Ozon terkonsentrasi pada ketinggian sekitar 25 kilometer. Molekul ozon menyerap berbagai jenis cahaya Matahari yang berbahaya, yang memanaskan udara di sekitarnya. Pesawat terbang dalam lapisan stratosfer karena lapisan ini sangat stabil dan lapisan ozon menyerap sinar Matahari yang berbahaya.

Troposfer terletak di bawah stratosfer. Troposfer adalah lapisan atmosfer Bumi yang paling rendah. Udara dalam troposfer bercampur dengan sangat baik dan suhu pun menurun sesuai ketinggian. Udara dalam troposfer dipanaskan dari permukaan Bumi akibat permukaan Bumi menyerap energi dan memanaskan bagian atasnya lebih cepat dari udara. Troposfer memiliki ketebalan hampir setengah dari atmosfer Bumi. Cuaca terjadi pada lapisan ini.



Gambar 5.31

Sumber: <http://en.wikipedia.org/>



Gambar 5.32 Awan stratosfer di kutub

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



Cuaca adalah keadaan atmosfer pada suatu waktu dan suatu tempat. Cuaca terjadi karena atmosfer bergerak secara konstan. Beberapa faktor yang menentukan pembentuk cuaca adalah suhu, hujan, gelombang udara dan angin. Pada beberapa cuaca terdapat kondisi dimana topan, tornado dan badai terjadi. Cuaca berubah setiap musim karena Bumi miring saat berputar.

#### Latihan 5.4

1. Terbagi kedalam berapa bagiankah lapisan pada Bumi ! sebutkan !
2. Apa yang dimaksud dengan litosfer? Apa sebabnya litosfer berbentuk lempeng tektonik ? Jelaskan !
3. Jelaskan pengaruh perubahan lapisan litosfer dengan pembentukan gunung berapi!
4. Sebutkan bagian lapisan atmosfer ?
5. Jelaskan kenapa antara lapisan mesosfer dan termosfer memiliki perbedaan suhu yang amat jauh?

### 5.5 Masalah Lingkungan dan Kesehatan Berkaitan dengan Proses dalam Litosfer dan Atmosfer

Alam senantiasa berubah. Litosfer yang berupa lempeng tektonik senantiasa bergeser dan hal itu menyebabkan terjadinya perubahan dalam lingkungan hidup di atas litosfer tersebut. Begitu juga atmosfer senantiasa berubah. Energi kiriman Matahari dan cuaca mempengaruhi perubahan dalam atmosfer. Perubahan dalam litosfer dan atmosfer dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan juga dapat disebabkan oleh ulah manusia. Kerusakan lingkungan di Bumi akan mempengaruhi kesehatan dari kita, manusia yang tinggal di dalamnya.

#### A. Matahari Berkaitan dengan Masalah Lingkungan dan Kesehatan

Tanpa Matahari, planet kita akan gelap, membeku dan mati. Kita memerlukan cahaya, panas dan energi dari Matahari, sehingga tumbuhan dapat tumbuh dan binatang dapat makan. Pancaran sinar Matahari selalu berubah setiap waktu, sehingga perubahan tersebut mempengaruhi tidak hanya kehidupan sehari hari dan iklim saja, tetapi juga mempengaruhi komunikasi satelit.

Seperti halnya bintang yang lain, Matahari merupakan sumber energi. Sumber energi Matahari dipancarkan dalam bentuk sinar, panas dan radiasi lainnya. Energi pancaran Matahari ini, sangat berguna bagi kelangsungan

air dan tumbuhan. Selanjutnya adanya siklus air dan tumbuhan sangat berperan bagi kelangsungan hidup manusia. Dengan kata lain, energi pancaran Matahari merupakan pusat segala kehidupan.

Mata manusia tidak dibuat untuk melihat benda yang memancarkan cahaya. Jika kita melihat pancaran Matahari sesaat setelah gerhana Matahari total terjadi maka dalam beberapa menit akan terjadi kebutaan.

Matahari juga mengandung pancaran sinar ultraviolet yang dapat menyebabkan kerusakan pada kulit dan mata. Dalam jangka waktu lama kerusakan kulit tersebut dapat berupa kanker kulit. Itu sebabnya kita perlu menggunakan pelindung Matahari SPF15. Untuk melindungi mata dapat digunakan kacamata yang menyaring sinar UV 100%. Orang yang tidak melindungi matanya saat muda akan beresiko mengalami katarak saat tua.

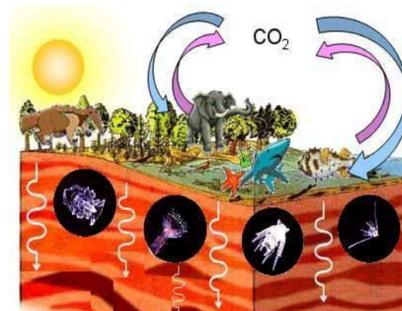
Pancaran energi Matahari yang paling berbahaya adalah saat terjadi ledakan pada korona di Matahari. Radiasi dari Matahari akan sampai dalam jumlah besar dalam waktu 8 menit, dapat mengubah keadaan luar dari atmosfer Bumi dan merusak komunikasi radio jarak jauh. Ledakan pada Matahari juga dapat membahayakan para astronot dan merusak satelit buatan. Gelombang energi tersebut sampai ke Bumi dan bulan sekitar satu jam setelah ledakan. Hasil ledakan sebenarnya sampai ke Bumi dalam waktu satu hingga empat hari kemudian dan mengakibatkan kerusakan lingkungan, badai geomagnetik yang sangat kuat, aurora dan kematian aliran listrik.

## B. Efek Cuaca terhadap Lingkungan di Bumi

Perubahan cuaca merupakan fenomena alam yang terjadi pada lapisan atmosfer paling bawah. Cuaca adalah keadaan udara dalam atmosfer pada suatu tempat dan waktu tertentu. Faktor yang menunjang terbentuknya suatu cuaca adalah kadar sinar Matahari, suhu udara, tekanan udara, kelembaban, keadaan awan, angin dan curah hujan.

Perubahan cuaca terjadi karena energi sinar Matahari meningkatkan suhu di daerah lautan dan daratan. Pemanasan ini akan membuat air menguap dan terbentuk awan. Pembentukan awan disuatu tempat dapat berpindah dengan adanya angin. Saat awan dengan kadar air yang tinggi melewati daerah bertekanan udara rendah dan suhu rendah maka akan turun hujan. (Gambar 5.34)

Angin timbul akibat adanya perbedaan tekanan di muka Bumi. Selain itu Bumi berputar pada porosnya, dan atmosfer Bumi ikut berputar bersamanya.



**Gambar 5.33** Matahari dan kehidupan di Bumi

Sumber: <http://reliembahanku.wordpress.com/>



**Gambar 5.34** Siklus air

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>



Bentuk Bumi yang bulat menyebabkan kecepatan rotasi Bumi berbeda-beda pada setiap tempat. Semakin dekat ke daerah katulistiwa, kecepatan rotasinya semakin cepat.



Gambar 5.35 Penyerapan air

Sumber :<http://www.windows.ucar.edu/>



Gambar 5.36 Tornado

Sumber :<http://www.windows.ucar.edu/>

Air adalah zat utama kedua yang dibutuhkan manusia setelah oksigen. Kita dapat hidup sehari-hari tanpa makan, tetapi tidak jika tanpa air. Air selain kita perlukan untuk minum, memasak, mandi dan mencuci pakaian juga memegang peranan dalam perekonomian terutama dalam industri tekstil dan makanan.

Curah hujan merupakan faktor utama daur ulang air tanah yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Air hujan akan diserap ke dalam tanah dan akan dijadikan simpanan cadangan air saat musim kemarau. Ke dalam tanah hujan akan meresap dan menjadi air tanah. Tanah yang dapat meresap hujan dengan baik disebut tanah keropos. Air tanah keluar dari dalam Bumi merlalui mata air, rembesan ke sungai, akar tumbuhan dan sumur buatan.

Ulah manusia yang membuang limbah sembarangan akan menyebabkan kerusakan lingkungan. Limbah yang dibuang akan mencemari air. Walaupun limbah dibuang di atas tanah, tetapi akan merembes dan mencemari air tanah. Pencemaran air tanah membuat sumur tidak lagi mengandung air bersih.

Perubahan dalam atmosfer terkadang juga membahayakan manusia dan merusak lingkungan. Udara dingin lebih berat dari udara hangat. Saat keduanya bertemu, maka udara dingin akan turun dan udara panas akan bergerak naik. Pergerakan ini akan menimbulkan perputaran angin yang kencang. Perputaran angin di atmosfer biasanya akan membuat udara di bagian bawahnya turut berputar sehingga membentuk tornado. Tornado dapat menimbulkan kerusakan yang sangat hebat di atas permukaan Bumi.

Cuaca dan musim di suatu tempat sangat tergantung pada posisi tempat tersebut di Bumi. Pada daerah Eropa sinar Matahari tidak sebanyak di daerah katulistiwa. Hal ini menimbulkan adanya perbedaan cuaca yang mengiringi perbedaan musim yang terbentuk. Masalah perubahan iklim sangat berpengaruh bagi kepentingan nasional dan lingkungan sekitarnya, dan juga mempengaruhi keseluruhan lingkungan. Hujan dan badai atau pun turunya salju yang besar membuat terganggunya aktivitas manusia dan secara tidak langsung akan menghambat laju perekonomian negara tersebut.

### C. Proses Pelapukan

Kerak Bumi terbentuk dari batuan yang mengandung beragam mineral. Batuan penyusun kerak Bumi terbagi kedalam batuan metamorfosis, batuan endapan dan batuan beku.

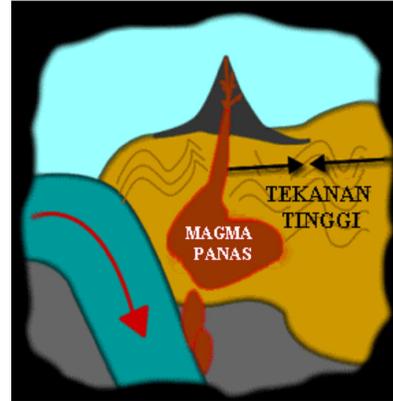
Pergeseran lempeng Bumi akan menimbulkan tabrakan dengan lempeng lain. Tabrakan lempeng membuat batuan hancur dan kolam magma di bawahnya akan memanaskannya. Hal ini akan membuat mineral dalam kristal batuan berubah (Gambar 5.37). Batuan yang terbentuk akibat pengaruh tekanan dan suhu yang tinggi ini disebut batuan metamorfosis. Yang merupakan batuan metamorfosis diantaranya marmer, grafit, dan kuarsa.

Batuan beku terbentuk saat lelehan magma atau lava membeku. Lama proses pembekuan batuan menghasilkan beragam jenis batuan antara lain batuan leleran, batuan obsidian dan batuan korok. Batu apung adalah jenis batuan beku yang banyak mengandung gas. Proses pelapukan pada batuan menghasilkan merubah batuan menjadi tanah. Tanah tersebut dapat menyatu kembali menjadi batuan yang keras dan disebut batuan endapan. Batu pasir, batu kapur, serpih, kerikil dan gips adalah jenis batuan endapan.

Tanah merupakan bagian kerak bumi. Tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan dan sisa-sisa makhluk hidup. Tanah merupakan tempat tumbuhnya beragam jenis tumbuhan, sehingga tanpa tanah takkan ada tumbuhan yang tumbuh. Tanpa tumbuhan takkan ada oksigen di atmosfer Bumi. Tanpa oksigen dan sumber makanan maka manusia atau pun hewan lainnya takkan dapat hidup di Bumi.

Proses pelapukan tanah dipengaruhi oleh perubahan cuaca diantaranya perubahan panas dan dingin. Dingin membuat beberapa partikel mengering dan panas membuat partikel tersebut merekah dan pecah. Semakin cepatnya perubahan panas dan dingin membuat semakin cepatnya proses pelapukan. Di daerah tropis tanah sangat subur karena proses pelapukan tanah berlangsung sangat cepat. Selain itu di daerah tropis curah hujan sangat tinggi dan semakin mempercepat pelapukan.

Humus adalah bahan yang berasal dari tanaman dan binatang yang telah mati. Tanaman dan binatang mati akan diuraikan oleh pengurai dalam proses pembusukan. Pengurai dapat berupa bakteri atau jamur. Hasil penguraian ini membuat tanah kaya akan unsur hara yang diperlukana oleh tumbuhan. Tanah pun dibuat gembur dengan bantuan cacing dan beragam jenis serangga yang hidup dalam tanah.



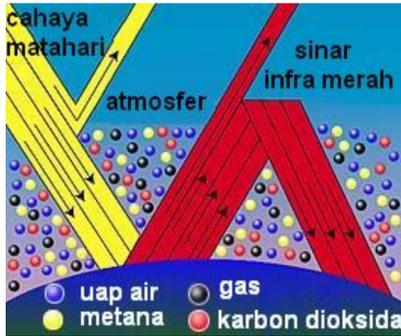
**Gambar 5.37** Pembentukan Batuan metamorfosis

Sumber : <http://www.windows.ucar.edu/>



### D. Pemanasan Global

Atmosfer suatu planet terkadang dapat menyerap dan memerangkap energi. Pancaran energi yang masuk tidak dapat dikeluarkan lagi, tetapi bolak-balik di dalam atmosfer seperti bola dalam mesin *pinball*.



Gambar 3.38 Energi Matahari yang terperangkap

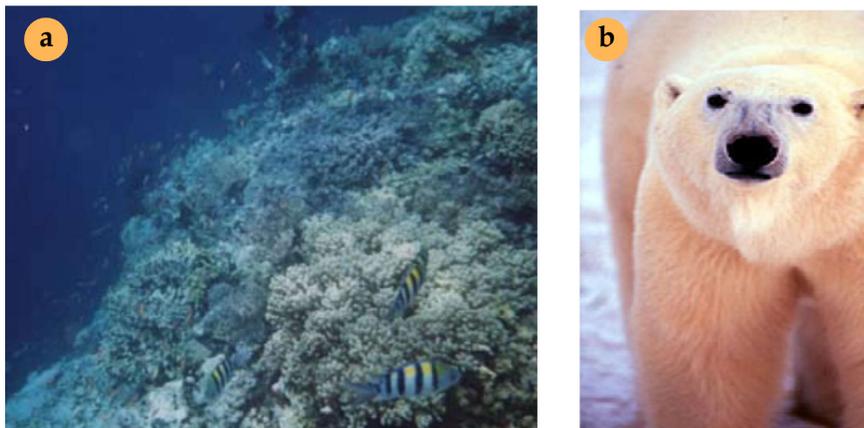
Sumber : <http://www.windows.ucar.edu/>

Atmosfer Bumi mengandung uap air, karbon dioksida, metana dan beberapa gas lain. Gas dalam atmosfer tersebut akan berinteraksi dengan pancaran sinar Matahari dan menyerap serta memancarkan kembali energi tersebut. Pada umumnya gas-gas tersebut memancarkan kembali energi sinar Matahari ke atmosfer. Pengembalian ke dalam atmosfer membuat permukaan Bumi panas.

Pengembalian panas kedalam Bumi menimbulkan pemanasan secara global atau di kenal dengan efek rumah kaca. Tanpa efek rumah kaca kita akan planet kita akan sedingin planet Mars, tapi efek rumah kaca yang terlalu tinggi akan membuat terlalu panas seperti di planet Venus.

Sekitar 100 tahun yang lalu penduduk Bumi mulai menggunakan minyak bumi dan batubara sebagai bahan bakar untuk keperluan rumah, pabrik dan transportasi. Pembakaran minyak bumi menghasilkan karbon dioksida ke atmosfer. Polusi karbon ini menyelimuti seluruh permukaan Bumi, membuat efek rumah kaca meningkat.

Peningkatan suhu akan mempengaruhi perubahan cuaca. Es di kutub akan mencair. Sehingga dalam 100 tahun mendatang laut akan naik setinggi 85 cm. Selain itu karena kenaikan suhu beberapa binatang yang tinggal di terumbu karang tidak bisa hidup dalam air hangat, sehingga kemungkinan 1/4 kehidupan di terumbu karang akan mati (Gambar 5.39(a)).



Gambar 3.39 (a) terumbu karang (b) beruang kutub

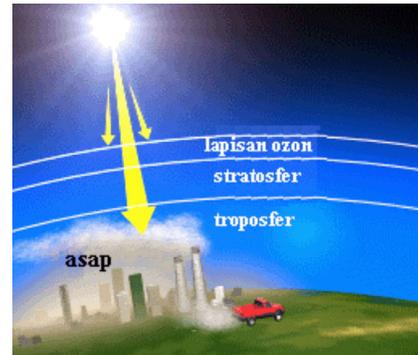
Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>

Perubahan cuaca juga akan meningkatkan kekeringan di beberapa tempat karena penguapan cepat terjadi. Dan perubahan-perubahan tersebut akan merubah ekosistem. Perubahan-perubahan tersebut sangat berpengaruh pada binatang kutub seperti penguin, anjing laut dan beruang kutub. (Gambar 5.39 (b))

Selain itu suhu yang panas menyebabkan penguapan cepat terjadi, sehingga curah hujan sangat tinggi dan akan menyebabkan terjadinya banjir. Cuaca yang hangat di Bumi akan membuat beberapa tempat di Eropa menjadi lebih hangat, tetapi di daerah tropis seperti Indonesia menjadi sangat panas.

Hal ini diperparah dengan semakin besarnya lubang ozon dalam atmosfer. Ozon merupakan lapisan dalam atmosfer yang terbentuk akibat perubahan oksigen ( $O_2$ ) menjadi ozon ( $O_3$ ) dengan bantuan sinar ultraviolet. Ozon sangat penting bagi manusia karena melindungi kita dari radiasi sinar ultraviolet yang dipancarkan Matahari. (Gambar 5.40). Menghilangnya lapisan ozon akan membuat sinar ultraviolet masuk dengan bebas ke dalam Bumi. Hal ini akan membuat Bumi semakin panas. Selain itu ultraviolet menyebabkan kerusakan mata dan kanker kulit.

Untuk mencegah hal itu maka alangkah bijaksana jika kita mulai mengurangi gas buangan hasil pembakaran. Zat-zat kimia dari kulkas dan AC membuat lubang ozon semakin membesar. Untuk itu mulailah mengurangi penggunaan bahan kimia yang dapat merusak lapisan ozon.



Gambar 5.40

Sumber: <http://www.windows.ucar.edu/>

### Latihan 5.5

1. Apa pengaruh radiasi Matahari terhadap lingkungan dan kesehatan kita? Jelaskan!
2. Bagaimana pengaruh cuaca terhadap lingkungan dan kesehatan kita? Jelaskan!
3. Jelaskan bagaimana proses pelapukan di lapisan Bumi terjadi !
4. Apa kaitan pemanasan global dengan penggunaan bahan bakar?
5. Apa keuntungan dan kerugian adanya efek rumah kaca?

### Rangkuman

- Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri dari Matahari, dan anggota tatasurya yaitu, *planet, asteroid, satelit*, yang bergerak pada porosnya sambil berputar mengelilingi Matahari. Selain itu terdapat juga komet dan meteor
- Planet anggota Tatasurya antara lain Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus.
- Asteroid merupakan pecahan dari planet yang hancur. Asteroid tersusun, antara lain dari hidrogen, helium, bahan lainnya.



- Satelit adalah benda langit yang beredar mengelilingi planet.
- Komet merupakan benda langit yang terdiri dari es yang sangat padat. Ketika mendekati Matahari, komet mengeluarkan gas yang berbentuk kepala bercahaya dan semburan yang terlihat seperti ekor.
- Meteor adalah benda-benda kecil di jagad raya yang memasuki atmosfer Bumi
- Matahari adalah sebuah bintang, karena dapat memancarkan cahayanya sendiri. Matahari terdapat dalam galaksi Bimasakti.
- Sumber energi matahari adalah reaksi fusi dari penggabungan atom hidrogen dan menjadi helium yang menimbulkan selisih massa. Perubahan menjadi energi sesuai persamaan

$$E = (\Delta m) \cdot c^2$$

- Matahari terdiri dari beberapa lapisan di antaranya fotosfer, kromosfer dan korona. **Fotosfer** ialah lapisan permukaan matahari yang dapat mengeluarkan sinar. **Kromosfer** adalah lapisan terbawah dari atmosfer matahari dan mengeluarkan cahaya merah lemah.
- Aktivitas Matahari antara lain granula, *sunspots* dan lidah api. Gumpalan atau granula ini membuat permukaan fotosfer seperti golkakan api yang meletup letup. Daerah gelap pada Matahari berbentuk titik atau bulatan yang disebut noda hitam atau sunspot. Loncatan api yang berupa juluran tersebut disebut dengan lidah api atau prominences.
- Partikel dalam angin Matahari yang sampai ke Bumi akan terhambat oleh *Sabuk Radiasi Van Allen*.
- Matahari membuat anggota tata surya seperti planet tetap pada *orbitnya* karena adanya gaya gravitasi dari Matahari dan planet-planet tersebut .
- Menurut **Newton**, jika terdapat dua benda maka jumlah gaya tarik kedua benda itu sebanding dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya

$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

- Bumi memiliki bentuk seperti bola dibuktikan dengan hasil pemotretan Bumi dari pesawat angkasa luar.
- Gerakan Bumi beredar mengelilingi Matahari disebut *revolusi Bumi*. Bidang edar. Arah revolusi Bumi berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Selama berevolusi, sumbu Bumi miring  $66,5^\circ$  terhadap bidang ekliptika dengan arah yang sama. Akibat revolusi Bumi dan kemiringan sumbunya tersebut terjadi peng-gantian musim sepanjang tahun.
- Gerakan bumi berputar pada porosnya disebut *rotasi Bumi* dengan perioda rotasi adalah sekitar *23 jam 56 menit*.

- Bulan merupakan satelit dari planet Bumi. Bulan tidak memancarkan cahaya sendiri. Bulan pun berbentuk bulat. Bulan tidak memiliki atmosfer sehingga hanya berupa batuan dan debu. Perubahan suhu di Bulan terjadi sangat cepat.
- Fase Bulan adalah penampakan Bulan dari Bumi akibat posisinya terhadap Matahari yang berubah setiap hari.
- Saat Matahari Bumi dan Bulan dalam keadaan sejajar akan terjadi gerhana. Gerhana Matahari terjadi saat cahaya Matahari menuju Bumi terhalang Bulan, sedangkan gerhana Bulan terjadi saat cahaya Matahari menuju Bulan terhalang Bumi.
- Satelit buatan adalah pesawat buatan manusia yang diorbitkan mengelilingi Bumi. Satelit buatan ada yang berfungsi sebagai satelit komunikasi, satelit cuaca dan satelit pengamatan luar angkasa serta beragam jenis lain yang terus berkembang sesuai keperluan dan kemajuan teknologi.
- Bumi planet tempat kita tinggal memiliki diameter sekitar 12.756 km. Bumi tersusun dari batuan dan logam dan terbagi kedalam tiga lapisan yaitu inti, selubung dan kulit Bumi.
- Litosfer merupakan lapisan Bumi dengan ketebalan rata-rata 80 km dan terdiri dari kulit Bumi dan selubung Bumi. Lempengan tektonik tersebut bergerak sedikit demi sedikit setiap tahun karena dapat terjadi pergeseran akibat terdapatnya cairan pada bagian bawah litosfer.
- Unsur penyusun kulit Bumi terdiri dari oksigen, silikon, aluminium, besi, kalsium, natrium, kalium dan magnesium.
- Atmosfer Bumi yang melindungi kita dari sinar yang berbahaya terdiri dari lima lapisan. Lapisan tersebut eksosfer, termosfer, mesosfer, stratosfer dan troposfer.
- Cuaca adalah keadaan atmosfer pada suatu waktu dan suatu tempat yang terjadi pada lapisan atmosfer paling bawah. Cuaca terjadi karena atmosfer bergerak secara konstan.
- Matahari selain merupakan sumber energi utama juga memberikan bahaya bagi kesehatan kita akibat ada efek radiasinya.
- Cuaca yang terbentuk selain menguntungkan manusia karena terjadinya siklus zat tertentu seperti air juga memberikan dampak yang merusak bagi lingkungan seperti akibat terjadinya tornado.
- Proses pelapukan merupakan proses perubahan batuan akibat pengaruh lingkungan dan zat kimia. Proses pelapukan membuat tanah menjadi subur dan dapat dijadikan tempat tumbuh bagi tumbuhan yang menjadi produsen dalam lingkungan.
- Siklus karbon yang alami menghasilkan karbon dioksida yang menimbulkan efek rumah kaca yang membuat Bumi menjadi hangat, tetapi efek tersebut mulai meningkat dan menjadi merugikan akibat ulah manusia yang mulai menggunakan beragam bahan bakar. Pemanasan tersebut ditambah dengan pembolongan lapisan ozon. Akibatnya es mulai mencair dan beberapa ekosistem mulai terganggu.



## Refleksi

Setelah mempelajari bab Tata Surya, apa manfaat yang kamu rasakan? Adakah hubungannya dalam kehidupanmu sehari-hari? Mengapa matahari bersuhu sangat tinggi dan berpijar? Apa fungsi atmosfer bagi bumi? Dalam mempelajari bab ini, bagian manakah yang paling kamu sukai? Berikan alasanmu. Bagian mana yang belum kamu kuasai? Tuliskan bagian-bagian yang belum kamu kuasai beserta alasannya, kemudian diskusikan dengan guru fisikamu.

## Uji Kompetensi

Berilah tanda silang (x) pada huruf A, B, C, atau D di depan jawaban yang benar!

1. Pergerakan Bulan mengelilingi Matahari ....
  - A. berlawanan dengan gerak Bumi mengelilingi Matahari
  - B. mengikuti pergerakan Bumi mengelilingi Matahari
  - C. bergerak dari timur ke barat
  - D. bergerak dari barat ke timur
  - E. tidak berhubungan dengan pergerakan bumi
2. Matahari sebagai pusat Tatasurya merupakan sebuah ....
  - A. bintang
  - B. satelit
  - C. planet
  - D. meteor
  - E. komet
3. Posisi Matahari Bulan dan Bumi saat gerhana Matahari adalah ....
  - A. Bulan diantara Matahari dan Bumi
  - B. Bumi diantara Matahari dan Bulan
  - C. Matahari diantara Bumi dan Bulan
  - D. Bulan membentuk sudut  $90^\circ$  dengan Bumi
  - E. Bulan membentuk sudut  $90^\circ$  dengan Matahari
4. Benda angkasa berikut termasuk planet, *kecuali* ....
  - A. Pluto
  - B. Saturnus
  - C. Uranus
  - D. Neptunus
  - E. Venus
5. Benda angkasa yang sering disebut bintang timur adalah sebuah ....
  - A. meteor
  - B. komet
  - C. planet
  - D. bintang
  - E. satelit

6. Planet yang memiliki kala rotasi paling lama adalah ....
  - A. Merkurius
  - B. Venus
  - C. Bumi
  - D. Mars
  - E. Uranus
7. Lapisan yang paling luar dan sering terlihat saat Gerhana Matahari adalah ....
  - A. kromosfer
  - B. korona
  - C. fotosfer
  - D. termosfer
  - E. eksosfer
8. Aktivitas Matahari yang menunjukkan bagian Matahari yang lebih dingin disebut dengan ....
  - A. lidah api
  - B. granula
  - C. prominences
  - D. sunspots
  - E. angin matahari
9. Fakta dan fenomena berikut menunjukkan bahwa Bumi berbentuk bola, kecuali ....
  - A. pengamatan pesawat dari luar angkasa
  - B. hasil foto satelit luar angkasa
  - C. Bulan dan Matahari berbentuk bola
  - D. adanya perbedaan waktu pada wilayah di Bumi
  - E. gerakan Matahari dari timur ke barat
10. Pernyataan berikut yang tidak tepat tentang Bulan adalah ....
  - A. Bulan tidak memiliki atmosfer
  - B. Bulan tidak dapat merambatkan gelombang suara
  - C. Bulan tidak dapat merambatkan gelombang cahaya
  - D. Bulan berbentuk seperti bola
  - E. perubahan suhu di Bulan sangat drastis
11. Pada kuartir kedua dari fasa Bulan, Bulan akan tampak sebagai ....
  - A. Bulan sabit
  - B. Bulan setengah
  - C. gibbous awal
  - D. Bulan purnama
  - E. Bulan baru
12. Saat Matahari - Bumi - Bulan berada pada satu garis lurus akan terjadi ....
  - A. gerhana Bulan total
  - B. gerhana Bulan sebagian
  - C. gerhana Matahari total
  - D. gerhana Matahari sebagian
  - E. Bulan purnama



13. Satelit yang berfungsi sebagai pendeteksi badai geomagnetik adalah ....
- A. satelit palapa
  - B. satelit ACE
  - C. satelit ISO
  - D. satelit COBE
  - E. satelit SOFIA
14. Litosfera adalah bagian lapisan Bumi yang disebut sebagai ....
- A. kulit Bumi
  - B. selubung Bumi
  - C. kerak Bumi
  - D. inti Bumi
  - E. atmosfer Bumi
15. Akibat perputaran Bumi akan menimbulkan hal di bawah ini, *kecuali* ....
- A. timbulnya medan magnet Bumi
  - B. cairan dalam Bumi berputar
  - C. tabrakan antar lempeng
  - D. terbentuknya gunung berapi
  - E. terbentuknya batuan sedimen
16. Unsur penyusun kulit Bumi yang paling banyak adalah ....
- A. oksigen
  - B. silikon
  - C. aluminium
  - D. besi
  - E. kalsium
17. Lapisan ozon terdapat dalam lapisan atmosfer yang disebut ....
- A. eksosfer
  - B. termosfer
  - C. mesosfer
  - D. stratosfer
  - E. troposfer
18. Berikut yang merupakan keuntungan dari sinar Matahari adalah ....
- A. menimbulkan kerusakan mata
  - B. menimbulkan kanker kulit
  - C. menimbulkan badai geomagnetik
  - D. menimbulkan fotosintesis tumbuhan
  - E. menimbulkan pemanasan global
19. Zat yang didaur ulang oleh alam melalui terjadinya hujan adalah ....
- A. karbondioksida
  - B. oksigen
  - C. air
  - D. tanah
  - E. nitrogen
20. Zat yang menjadi penyebab utama terjadinya efek rumah kaca adalah ....
- A. oksigen
  - B. ozon
  - C. metana
  - D. karbondioksida
  - E. uap air



# Kunci Jawaban Uji Kompetensi

## Bab 1

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. C  | 11. C | 16. A |
| 2. E | 7. D  | 12. E | 17. E |
| 3. B | 8. E  | 13. C | 18. E |
| 4. A | 9. B  | 14. C | 19. A |
| 5. C | 10. B | 15. B | 20. E |

## Bab 2

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. C  | 11. C | 16. E |
| 2. E | 7. A  | 12. B | 17. D |
| 3. B | 8. C  | 13. D | 18. C |
| 4. C | 9. B  | 14. A | 19. D |
| 5. A | 10. A | 15. E | 20. A |

## Bab 3

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. D  | 11. E | 16. E |
| 2. D | 7. C  | 12. C | 17. D |
| 3. C | 8. C  | 13. C | 18. A |
| 4. B | 9. D  | 14. A | 19. D |
| 5. D | 10. C | 15. A | 20. A |

## Bab 4

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. B  | 11. B | 16. B |
| 2. E | 7. D  | 12. D | 17. E |
| 3. E | 8. C  | 13. C | 18. B |
| 4. E | 9. D  | 14. B | 19. E |
| 5. D | 10. B | 15. B | 20. A |

## Bab 5

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. B | 6. B  | 11. D | 16. A |
| 2. A | 7. B  | 12. A | 17. D |
| 3. A | 8. D  | 13. B | 18. D |
| 4. A | 9. E  | 14. C | 19. C |
| 5. C | 10. C | 15. E | 20. D |



## Glosarium

Abiotik	:	benda mati dan segala sesuatu yang berkaitan dengan benda yang tidak hidup.
Alat ukur	:	alat yang dijadikan patokan untuk menentukan ukuran alat lain.
Air	:	zat cair dengan susunan H <sub>2</sub> O, tidak berwarna, tidak beracun dan merupakan pelarut yang baik.
Air ketuban	:	air yang ada dalam rahim sebagai penjaga bayi.
Angin	:	udara yang bergerak.
Antibiotik	:	zat yang bersifat menghancurkan jenis kehidupan pada hewan/tumbuhan tingkat rendah.
Antibodi	:	zat atau sel yang berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap penyakit dari luar yang disebabkan oleh bakteri atau virus.
Bahan bakar	:	zat kimia yang mudah terbakar dan dijadikan sumber energi dari beberapa alat melalui proses pembakaran.
Biotik	:	makhluk hidup dan segala sesuatu yang berkaitan dengan makhluk hidup.
Bunyi	:	bentuk energi yang dihasilkan dari getaran suatu benda.
Buta	:	tidak bisa melihat benda disekitarnya akibat adanya gangguan pada mata atau saraf dan otak yang berfungsi menanggapi rangsang cahaya.
Cahaya	:	bentuk energi berupa gelombang elektromagnetik dengan sifat memberikan efek pada penglihatan.
Cairan mani	:	cairan yang mengandung sperma.
Cuaca	:	keadaan atmosfer yang ditentukan oleh keadaan hermo, awan, curah hujan dan lain-lain.
Diabetes	:	penyakit kencing manis yang disebabkan kelebihan gula dalam darah.
Diameter	:	jarak terjauh dari dua titik pada suatu lingkaran.
Dingin	:	keadaan benda yang memiliki energi panas lebih rendah.
Dominan	:	lebih kuat, lebih banyak, lebih menguasai.
Donor	:	penyumbang.
Eksperimen	:	percobaan ilmiah yang bertujuan untuk membuktikan suatu hipotesis atau dugaan.
Embrio	:	bakal/calon makhluk hidup.
Fase	:	tahap dalam suatu proses perubahan.



Fenomena alam	: kejadian di alam.
Geomagnetik	: magnet yang ada dan dihasilkan oleh Bumi.
Infeksi	: luka pada bagian tubuh atau jaringan yang dihindangi bakteri.
Kaca	: benda padat transparan.
Kabel listrik	: logam penghantar listrik.
Kanker	: pertumbuhan sel atau jaringan yang tidak terkontrol dan berifat merusak tubuh atau kerja organ tubuh lainnya.
Kekebalan	: ketahanan tubuh terhadap serangan penyakit.
Kerucut	: bentuk ruang benda dengan bentuk ujung lancip.
Kompos	: pupuk alam yang dibuat dari sampah hermom yang ditimbun dalam tanah.
Listrik	: bentuk energi yang timbul dari adanya perbedaan potensial.
Migrasi	: perpindahan tempat dari suatu hermo ke hermo lain.
Mikroba	: organisme kecil seperti bakteri dan jamur.
Minyak Bumi	: senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari penguraian hewan dan tumbuhan berjuta tahun lalu dan biasa digunakan sebagai bahan bakar.
Mobil	: benda yang dapat bergerak.
Morfologi	: bentuk, susunan dan fungsi tubuh.
Musim	: keadaan alam yang menunjukkan iklim dan cuaca tertentu pada periode waktu tertentu.
Organisme	: makhluk hidup, biasanya berukuran kecil seperti bakteri.
Panas	: bentuk energi yang menunjukkan aliran kalor: Keadaan benda dengan suhu lebih tinggi.
Penyakit	: gangguan pada individu/organ/jaringan/sel yang disebabkan oleh bakteri,virus atau jamur.
Plastik	: bahan yang terbuat dari polimer seperti polietilen.
Resesif	: tidak dominan.
Suhu/temperatur	: keadaan panas dinginnya benda yang ditunjukkan oleh skala termometer.
Transplantasi	: pemindahan/penanaman jaringan atau organ tubuh dari bagian atau individu lain.
Trimester	: pembagian waktu dengan jangka tiga bulan.
Tumor	: sel atau jaringan tubuh yang terus tumbuh membentuk benjolan dan tidak memiliki fungsi kerja dalam tubuh.
Udara	: materi berbentuk campuran gas yang terdiri dari nitrogen, oksigen, dan gas-gas lain pada atmosfer Bumi.
Varietas	: jenis-jenis atau keragaman dalam satu spesies.
Warna	: spektrum cahaya yang dipantulkan benda dan teramati oleh mata.
Zat	: segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang.



# Indeks

## A

AC 97, 131  
ACE 122  
Acetobacter 43  
Adaptasi 30  
Aerponik 44  
AIDS 10  
Air 2, 4, 33, 112  
Air ketuban 9  
Air tanah 128  
Akomodasi 20  
Akson 13  
Aktivitas Matahari 113  
Alat indera 2, 10  
Albert Einstein 112  
Alela 36  
Alkohol 43  
Alternating current 97  
Aluminium 123  
Amnesia 20  
Amoniak 4  
Amoxilin 45  
Amperemeter 95  
Angin 110  
Angin Matahari 114  
Angkasa 90, 106  
Anjing laut 131  
Antariksa 122  
Antibiotik 19, 42  
Antibodi 9, 43  
Arachnoid 12  
Argon 113  
Arteri 3  
Arus 88  
Arus bolak balik 97  
Arus induksi 96  
Arus listrik 85, 88  
Arus searah 97  
Asam 4, 43  
Asam sitrat 43  
Asam urat 4  
Aseton 43  
Aspergillus soyae 43

Asteroid 107  
Astigmatisme 22  
Atmosfer 90, 107, 124  
Atom 89, 111  
Aurora 90, 110  
Awan 127

## B

Badai 114  
Badai geomagnetik 114  
Badan 3, 36  
Badan malphigi 3  
Badan Paccini 18  
Badan Ruffini 18  
Bahan 35, 90, 107  
Bahan bakar 42, 130  
Bahan kimia 43, 131  
Baja 86  
Bajing 31  
Bakteri 9, 49, 129  
Baterai 88  
Batu 6, 44, 89, 129  
Batu apung 129  
Batu kapur 129  
Batu pasir 129  
Batuan 33, 118  
Batuan beku 129  
Batuan endapan 129  
Batuan korok 129  
Batuan leleran 129  
Batuan metamorfosis 129  
Batuan obsidian 129  
Batuan silikat 123  
Batubara 130  
Bayangan 19  
Bel listrik 92  
Berat 5, 111  
Berkembang biak 6, 30  
Beruang 31, 131  
Beruang kutub 47, 131  
Besi 2, 86, 110  
Bidang ekliptika 117  
Big bang 122  
Bilirubin 3

Biliverdin 3  
Bimasakti 110  
Bintang 91, 106, 110  
Bintang jatuh 107  
Bintik kuning 22  
Bintik putih 22  
Biokimia 42  
Bioteknologi 42  
Bismut 86  
Bitot spot 22  
Blastosit 8  
Borok 21  
Bulan 8, 44, 106, 118  
Bulan baru 119  
Bulan gibbous 119  
Bulan muda 119  
Bulan purnama 119  
Bulan sabit 119  
Bumi 34, 86, 106  
Burung 31  
Buta 21  
Buta warna 23

## C

Cacing 129  
Cahaya 11, 90, 106  
Cairan mani 7  
Cairan serebrospinal 13  
Cekung 22, 93  
Cembung 19  
Ceres 107  
Cerviks 9  
COBE 122  
Cosmic Background Explorer 122  
Cuaca 5, 31, 122  
Cuka 43  
Curah hujan 30, 127

## D

Darah 2  
Darah merah 2  
Daya 11, 113  
Daya pikir 11



DC 97  
 Deklinasi 90  
 Dendrit 14  
 Dermis 4  
 Deuterium 111  
 Diabetes 6, 43  
 Diafragma 93  
 Diamagnetik 86  
 Diameter 107  
 Dinamo 97  
 Dinamo arus bolak balik 97  
 Dinamo arus searah 97  
 Dingin 5, 31, 114  
 Dinosaurius 33  
 Direct current 97  
 DNA 36  
 Dominan 36  
 Durameter 12

**E**

Edmund Halley 107  
 Efek rumah kaca 124  
 Ekliptika 117  
 Ekosistem 30, 131  
 Eksosfer 124  
 Eksperimen 37  
 Ekstraksi 42  
 Ekuator 117  
 Elektromagnet 88  
 Elektromotor 97  
 Elektron 113  
 Emas 112  
 Energi 91, 110  
 Energi gerak 94  
 Energi kinetik 97  
 Energi listrik 94  
 Energi panas 110  
 Equus 47  
 Evolusi 33

**F**

Faraday 96  
 Fase bulan 115  
 Fenotif 36  
 Fermentasi 43  
 Ferromagnetik 86  
 Filial 37  
 Fosil 33  
 Fotosfer 112  
 Frekuensi 110

**G**

Galaksi 110  
 Galaksi Bimasakti 110  
 Galvanometer 94  
 Garis bujur 117  
 Garis gaya magnet 90  
 Gas 107  
 Gaya 86, 116  
 Gaya magnet 86  
 Gaya gerak listrik 96  
 Gaya gravitasi 116  
 Gaya Lorentz 94  
 Gelombang 110  
 Gelombang elektromagnetik 110  
 Gelombang radio 113  
 Gen 35  
 Generator 97  
 Genotif 36  
 Geomagnetik 114  
 Gerak 94, 117  
 Gerhana 113  
 Gerhana Bulan 120  
 Gerhana Bulan sebagian 120  
 Gerhana Bulan total 120  
 Gerhana Matahari 121  
 Gerhana Matahari sebagian 121  
 Gerhana Matahari total 113  
 GGL 96  
 GGL induksi 96  
 Gibbous 119  
 Gips 129  
 Grafit 129  
 Granula 113  
 Gravitasi 116  
 Gravitasi Bulan 121  
 Gravitasi Bumi 116  
 Greenwich 118  
 Gumpalan 113

**H**

Hambatan 44, 93  
 Helium 107  
 Hewan 31, 129  
 Hibernasi 31  
 Hidrogen 107  
 Hidroponik 44  
 Hipparion 47  
 Hormon 43  
 Hujan 30, 126  
 Hukum Gravitasi Newton 116  
 Humus 129  
 Hyracotherium 47

**I**

Iklim 126  
 Induksi 88  
 Induksi Elektromagnetik 96  
 Induksi magnet 88  
 Inklinasi 90  
 Inti 92, 111  
 Inti atom 111  
 Inti Bumi 123  
 Ion 114  
 Ionosfer 115  
 ISO 122

**J**

Jamur 129  
 Jaringan 122  
 Jupiter 107

**K**

Kaca 86, 124  
 Kacamata 127  
 Kaidah tangan kanan 94  
 Kala revolusi 108  
 Kala rotasi 108  
 Kalium 125  
 Kalsium 110, 125  
 Kanker 127  
 Kanker kulit 127  
 Kapal laut 91  
 Kapur 113  
 Karbon 95, 130  
 Karbondioksida 130  
 Katarak 127  
 Kawat 88  
 Kawat penghantar 88  
 Kelembaban 127  
 Kelvin 113  
 Kerak Bumi 124  
 Kesehatan 126  
 Khatulistiwa 128  
 Kobalt 86  
 Komet 106  
 Komet Halley 107  
 Kompas 90  
 Komutator 94  
 Korona 112  
 Kristal 129  
 Kromosfer 112  
 Kuarsa 129  
 Kuat arus 92  
 Kulit 101, 123





Saraf spinal 13  
 Saraf tepi 13  
 Satelit 106  
 Satelit buatan 106, 121  
 Satelit Palapa 121  
 Saturnus 107  
 Sel 2, 65  
 Sel darah merah 2  
 Sel telur 7  
 Selaput 10  
 Selaput gendang telinga 18  
 Selaput pelangi 19  
 Selaput Timpani 18  
 Selubung 15, 123  
 Semisirkular 18  
 Serabut saraf 13  
 Serangga 129  
 Serebrospinal 13  
 Serpigh 129  
 Silia 16  
 Silikat 123  
 Silikon 125  
 Silindris 22  
 Simpul saraf 15  
 Sinapsis 15  
 Sinar 4, 109  
 Sinar inframerah 113  
 Sinar ultraviolet 113  
 Sipilis 9  
 Sistem eksresi 2  
 Sistem hormon 11  
 Sistem pernafasan 9  
 Sistem reproduksi 2  
 Sitoplasma 14  
 Spectroheliograph 113  
 Spektrum 110  
 Spektrum warna 110  
 Sperma 6  
 SPF15 127  
 Sstem saraf 11  
 Stratosfer 124  
 Suara 11, 115  
 Sudut 134

Suhu 4, 111  
 Sumsum 3  
 Sumsum ginjal 3  
 Sumsum lanjutan 12  
 Sumsum tulang belakang 11  
 Sunspots 113  
 Surut 115

**T**

Talamus 12  
 Tanah 128  
 Tanaman 129  
 Tata surya 106  
 Tegangan 16  
 Tekanan 5, 114  
 Tekanan udara 127  
 Telekomunikasi 122  
 Telinga 10  
 Teori Big bang 122  
 Termonuklir 111  
 Termosfer 124  
 Terumbu karang 130  
 Testis 7  
 Tetrasiklin 10  
 Timpani 18  
 Tingkah laku 11  
 Topan 126  
 Tornado 126  
 Transplantasi 22  
 Treponema pallidum 10  
 Trimester 8  
 Troposfer 125  
 Tuba fallopii 7  
 Tubulus 3  
 Tulang 9  
 Tulang belakang 11  
 Tulang landasan 18  
 Tulang martil 18  
 Tulang sanggurdi 18  
 Tulang tengkorak 12  
 Tumbuhan 112  
 Tumor 21

**U**

Udara 122  
 Ultraviolet 113  
 Umbra 120  
 Unsur 110  
 Unsur hara 129  
 Uranus 107  
 Urea 4  
 Ureter 3  
 Uretra 3  
 Ureum 2  
 Urin 3  
 Uterus 7

**V**

Vagina 7  
 Van Allen 114  
 Vas deverens 7  
 Venus 107  
 Vesta 107  
 Virus 5  
 Virus influenza 20  
 Vitamin 4  
 Vitamin A 22

**W**

Warna 3, 110

**X**

Xeroftalmia 22

**Y**

Yuno 107

**Z**

Zat 2, 113  
 Zat kimia 4, 131  
 Zigot 8

# Lampiran

## Konversi Satuan

Nama Satuan	Lambang	Nilai Satuan (SI)
<i>panjang, l</i>		
meter	m	
ångström	Å	= $10^{-10}$ m
inci	in	= $2.54 \times 10^{-2}$ m
kaki	ft	= 12 in = 0.3048 m
yard	yd	= 3 ft = 0.9144 m
mil	mi	= 1760 yd = 1609.344 m
tahun cahaya	l.y.	= <u>9.460 730 473</u> $\times 10^{15}$ m
<i>Luas, A</i>		
meter kuadrat ( <i>SI unit</i> )	m <sup>2</sup>	
are	a	= 100 m <sup>2</sup>
hektar	ha	= 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
<i>meter kubik (SI unit)</i>		
liter	l, L	= dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
barrel		~ 158.987 dm <sup>3</sup>
<i>Massa, m</i>		
kilogram	kg	
ton	t	= 10 <sup>3</sup> kg
<i>Waktu, t</i>		
secon	s	
menit	min	= 60 s
jam	h	= 3600 s
<i>Kecepatan, a</i>		
	m s <sup>-2</sup>	
<i>Gaya, F</i>		
newton	N	= kg m s <sup>-2</sup>
dyne	dyn	= 10 <sup>-5</sup> N
Kilogram gaya	kgf	= 9.806 65 N



Nama Satuan	Lambang	Nilai Satuan (SI)
<i>Tekanan, p</i>		
pascal	Pa	$= \text{N} \cdot \text{m}^{-2} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
atmosfer	atm	$= 101\,325 \text{ Pa}$
bar	bar	$= 10^5 \text{ Pa}$
torr	Torr	$= (101\,325/760) \text{ Pa} \sim 133.322 \text{ Pa}$
Millimeter merkuri	mmHg	$= 13.5951 \times 980.655 \times 10^{-2} \text{ Pa} \sim 133.322 \text{ Pa}$ ( $= 1 \text{ torr}$ )
<i>Arus Listrik, I</i>		
ampere	A	
<i>Muatan listrik, Q</i>		
coulomb	C	$= \text{A} \cdot \text{s}$
<i>Tegangan, U</i>		
volt	V	$= \text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^{-1}$
<i>Tahanan, R</i>		
ohm	ohm	$= \text{V} \cdot \text{A}^{-1}$
<i>Energi, U</i>		
joule	$\text{J} = \text{N} \cdot \text{m}$	$= \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
erg	erg	$= 10^{-7} \text{ J}$
electronvolt	eV	$= e \times V \sim 1.602\,18 \times 10^{-19} \text{ J}$
kalori	calth	$= 4.184 \text{ J}$
<i>Daya, P</i>		
watt	W	$= \text{J} \cdot \text{s}^{-1} = \text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
<i>Suhu, T</i>		
kelvin	K	
derajat Celsius	°C	$T[^\circ\text{C}] = T[\text{K}] - 273.15$
derajat Fahrenheit	°F	$T [^\circ\text{F}] = 1.8 (T [^\circ\text{C}]) + 32$
derajat Reamur	°R	$= (5/9) \text{ K}$



<b>IA</b>		1 H 1,008																	<b>IIA</b>												<b>VIIIA</b>	
		3 Li 6,941																	4 Be 9,012												2 He 4,003	
		11 Na 22,99																	12 Mg 24,31												9 F 18,998	
		19 K 39,10																	20 Ca 40,08												10 Ne 20,180	
		37 Rb 85,47																	38 Sr 87,62												17 Cl 35,45	
		55 Cs 132,91																	56 Ba 137,33												18 Ar 39,95	
		87 Fr (223)																	88 Ra 226,03												36 Kr 83,80	
																		21 Sc 44,96												35 Br 79,90		
																		22 Ti 47,88												34 Se 78,96		
																		23 V 50,94												33 As 74,92		
																		24 Cr 52,00												32 S 32,07		
																		25 Mn 54,94												31 Ga 69,72		
																		26 Fe 55,85												30 Zn 65,39		
																		27 Co 58,93												29 Cu 63,55		
																		28 Ni 58,69												28 Ni 58,69		
																		29 Cu 63,55												27 Rh 102,91		
																		30 Zn 65,39												26 Pd 106,42		
																		31 Ga 69,72												25 Mo 95,94		
																		32 Ge 72,61												24 Tc 98,91		
																		33 As 74,92												23 Nb 92,91		
																		34 Se 78,96												22 Mo 95,94		
																		35 Br 79,90												21 Tc 98,91		
																		36 Kr 83,80												20 Ru 101,07		
																		37 Xe 131,29												19 Rh 102,91		
																		38 Rn (222)												18 Pd 106,42		
																		39 Y 88,91												17 Ag 107,87		
																		40 Zr 91,22												16 Cd 112,41		
																		41 Nb 92,91												15 In 114,82		
																		42 Mo 95,94												14 Sn 118,71		
																		43 Tc 98,91												13 Sb 121,76		
																		44 Ru 101,07												12 Te 127,60		
																		45 Rh 102,91												11 I 126,90		
																		46 Pd 106,42												10 At (210)		
																		47 Ag 107,87												9 Po (209)		
																		48 Cd 112,41												8 Bi 208,98		
																		49 In 114,82												7 Pb 207,2		
																		50 Sn 118,71												6 Tl 204,83		
																		51 Sb 121,76												5 Pb 207,2		
																		52 Te 127,60												4 Uut 113		
																		53 I 126,90												3 Uuq 114		
																		54 Xe 131,29												2 Uup 115		
																		55 Cs 132,91												1 Uuh 116		
																		56 Ba 137,33												0 Uu		
																		57 La 138,91												-1 La-Lr		
																		58 Ce 140,12												-2 Ac-Lr		
																		59 Pr 140,91														
																		60 Nd 144,24														
																		61 Pm (145)														
																		62 Sm 150,36														
																		63 Eu 151,97														
																		64 Gd 157,25														
																		65 Tb 158,93														
																		66 Dy 162,50														
																		67 Ho 164,93														
																		68 Er 167,26														
																		69 Tm 168,93														
																		70 Yb 173,04														
																		71 Lu 174,97														
																		72 Hf 178,49														
																		73 Ta 180,95														
																		74 W 183,84														
																		75 Re 186,21														
																		76 Os 190,23														
																		77 Ir 192,22														
																		78 Pt 195,08														
																		79 Au 196,97														
																		80 Hg 200,59														
																		81 Tl 204,83														
																		82 Pb 207,2														
																		83 Bi 208,98														
																		84 Po (209)														
																		85 At (210)														
																		86 Rn (222)														
																		87 Rf (261)														
																		88 Db (262)														
																		89 Sg (263)														
																		90 Bh (262)														
																		91 Hs (265)														
																		92 Mt (266)														
																		93 Ds 110														
																		94 Uu 111														
																		95 Uub 112														
																		96 Uut 113														
																		97 Uuq 114														
																		98 Uup 115														
																		99 Uuh 116														
																		100 Uu														

Non Logam

Logam Alkali Tanah

Metaloid

Deret Aktinida

Gas Mulia

## Daftar Pustaka

- Arnett B., *Meteors, Meteorites and Impacts*, <http://seds.lpl.arizona.edu/2005>
- Agus Purwanto, *Ayat-ayat Semesta*, Mizan, Bandung/2008
- Blaber, M., *General Chemistry I*, <http://Wine1.sb.fsu.edu/>, 1998.
- Bodner, G., Keys, S., *Lecture Demonstration Manual*, <http://www.chemed.chem.purdue.edu/>. 2002
- Brooker. 2008. *Biology*. New York: McGraw-Hill
- BSNP, *Kurikulum Fisika KTSP/2006*
- Campbell, N.A., et al. 2006. *Biology Concepts and Connections*. California: The Benjamin Cummings Publishing
- Dian Surdijani, dkk, *Pelajaran Fisika untuk SLTP Kelas 1*, PT Sarana Panca Karya Nusa, Bandung 2002
- Dian Surdijani, dkk, *Pelajaran Fisika untuk SLTP Kelas 2*, PT Sarana Panca Karya Nusa, Bandung 2002
- Dian Surdijani, dkk, *Pelajaran Fisika untuk SLTP Kelas 3*, PT Sarana Panca Karya Nusa, Bandung 2002
- Dixon D., *Solar voyager*, <http://www.solarvoyager.com/2004>
- Dickson, T.R., *Study Guide to Accompany Introduction to Chemistry" 4th edition*, John wiley & sons, New York,1983.
- Dickson, T.R., *Introduction to Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1991
- Farabee, M.J., *On-Line Biology Book*, <http://www.emc.maricopa.edu/>, 2002
- Harry Firman, *Kimia 1*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Balai Pustaka, Jakarta,1993.
- Hathaway, D.H. *Solar physics*, <http://science.msfc.nasa.gov/2006>
- Hoadley, R., *Magnet Man*, <http://my.execpc.com/>
- Judge, P., *HAO Education Pages*, <http://www.hao.ucar.edu/2003>
- Kimball, J.W. 1991. *Biologi*. Jakarta: Gramedia Aksara Utama
- Lochner, J., et.al, *Imagine the Universe*, <http://imagine.gsfc.nasa.gov/2003>
- Mc. Carron, T., *Tanner 's General Chemistry*, <http://www.tannerm.com>, 1997.
- Mohamad Ishaq, *Menguak Rahasia Alam Dengan Fisika*, DEPAG/2007
- Poge, R., *An Introduction to Solar System Astronomy*, <http://www.astronomy.ohio-state.edu/> 2006



- Russell., R., *Fundamental Physics*, <http://www.windows.ucar.edu/>, 2004
- Russell., R., *The Sun*, <http://www.windows.ucar.edu/>, 2004
- SCIENCE MADE SIMPLE, *HOW DO ANIMALS SPEND THE WINTER?* <http://www.sciencemadesimple.com/1995>
- SCIENCE MADE SIMPLE, *WHAT IS STATIC ELECTRICITY?* <http://www.sciencemadesimple.com/2000>
- Simpson, J. *Electricity*, <http://www.can-do.com/uci/1999>
- Slamet Prawirohartono, *Sains Biologi 3*, PT Bumi Aksara, Jakarta, 2004
- Stern, D.P., *The Magnetic Sun*, <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/2001>
- Windows team, *Windows to the Universe*, <http://www.windows.ucar.edu/> 2000
- Yahya, H., *Keindahan di Langit*, [www.harunyahya.com](http://www.harunyahya.com), 2006
- Zalia, Olivier, *Introduction of astronomie*. <http://www.astronomes.com/2007>
- , *How An Electric Generator Works*, <http://www.wvic.com/>, 2004
- , *Solar Physics Information*, <http://www.hao.ucar.edu/2000>
- , *Wikipedia the free encyclopedia*, <http://en.wikipedia.org/>, 2004.
- , *SEPUTAR KESEHATAN di MASA KEHAMILAN*, <http://www.jasaumum.com/2005>
- , *Biologi kelas 3*, [digilib.brawijaya.ac.id/2005](http://digilib.brawijaya.ac.id/2005)
- , *Magnet basics*, <http://my.execpc.com/1998>
- , *How An Electric Generator Works*, <http://www.wvic.com/2004>
- , *BULAN*, <http://alam.leoniko.or.id/> 2000
- , *Third Generation of Satellites for Indonesia*, <http://www.boeing.com/2007>
- Sumber gambar : <http://rkm.com.au>, <http://persembahanku.wordpress.com/>,  
<http://www.weisch.com>
- Microsoft Student with Encarta Premium 2008 DVD



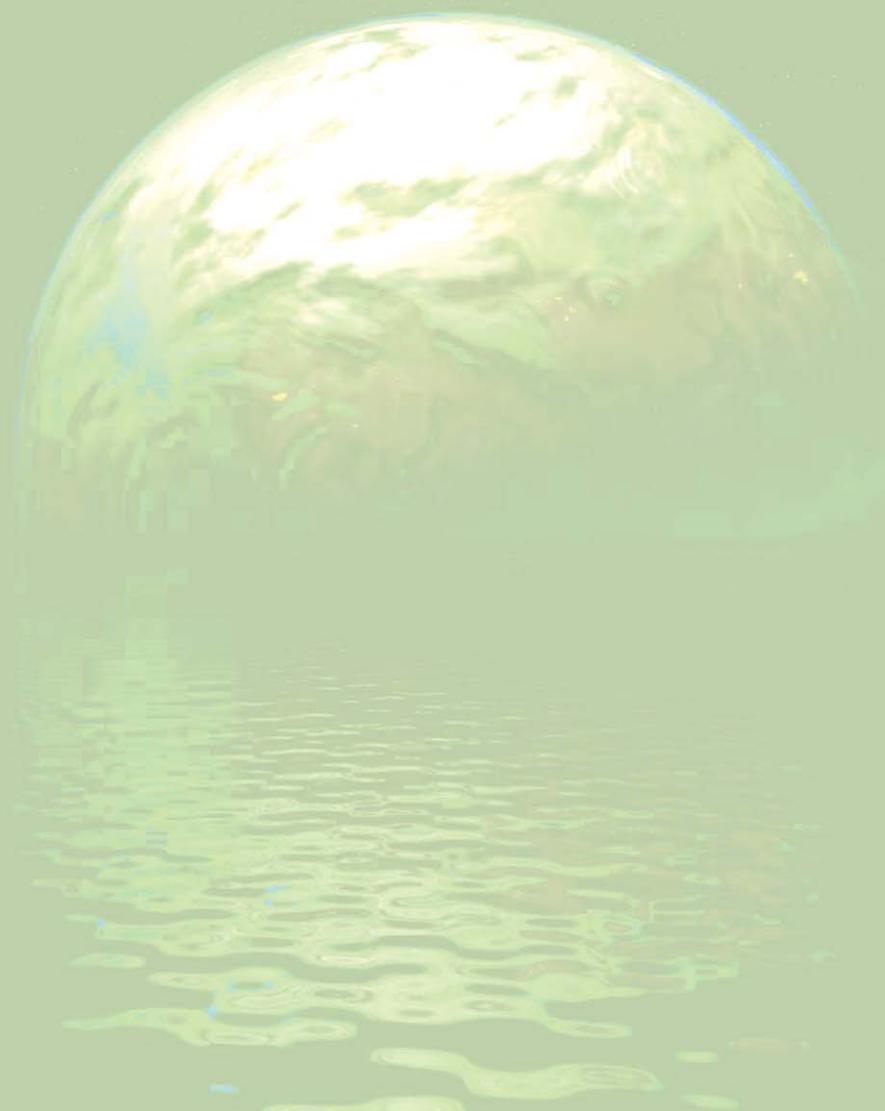
Tata Surya



Tata Surya

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2009 Tanggal 12 Februari 2009 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

***Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp10.925,-***



ISBN 978-979-068-759-2 (no jld lengkap)  
ISBN 978-979-068-767-7