

Diana Puspita
Iip Rohima

Diana Puspita
Iip Rohima



alam sekitar **IPA** TERPADU

untuk SMP/MTs kelas IX

alam sekitar
IPA TERPADU

untuk SMP/MTs kelas IX



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

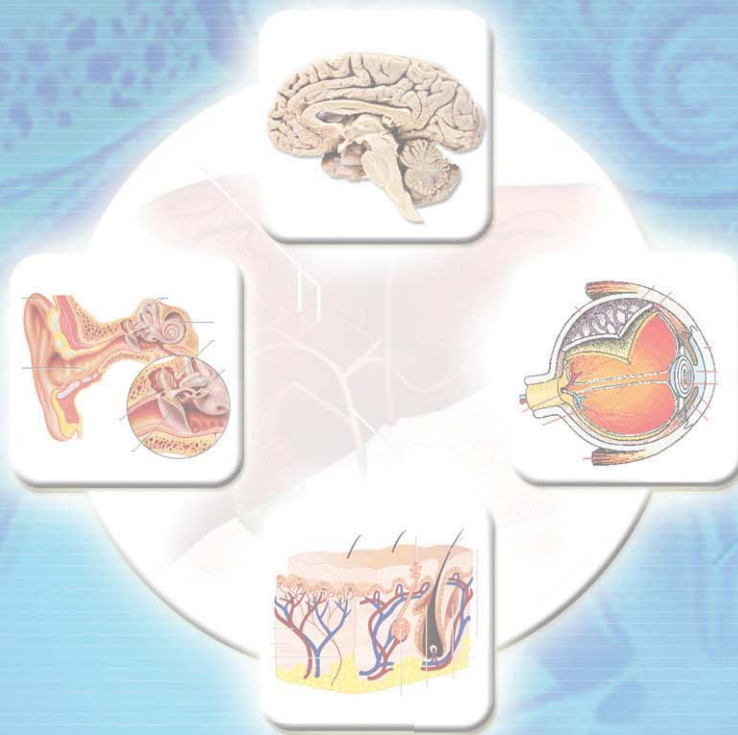
IX

Diana Puspita
Iip Rohima

alam sekitar

IPA TERPADU

untuk SMP/MTs kelas IX



PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

IX

Hak Cipta Pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Alam Sekitar

IPA Terpadu untuk SMP/MTs kelas IX

Penulis : Diana Puspita
Iip Rohima
Penyunting : Akfen Efendi
Penata Letak : Wahditamam M E
Desain Sampul : Irfan syah
Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

507

DIA
a

DIANA, Puspita

Alam Sekitar IPA Terpadu : untuk SMP/MTs Kelas IX /penulis,
Diana Puspita, Iip Rohima : penyunting, Akfen Efendi
. -- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
ix, 215 hlm, : illus. ; 25 cm

Bibliografi: hlm. 213

Indeks

ISBN 978-979-068-768-4 (no. jilid lengkap)

ISBN 978-979-068-771-4

1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Diana Puspita III. Iip Rohima IV. Akfen

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional
dari Penerbit PT. Leuser Cita Pusaka

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 kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sebagai pencipta dan pemelihara alam semesta, karena berkat rahmat dan hidayahNya kami dapat menyusun buku IPA Terpadu untuk siswa SMP/MTs ini.

Buku ini diberi judul “**Alam Sekitar IPA Terpadu**” yang dimaksudkan agar siswa menjadi lebih mengenali dan memahami alam sekitarnya melalui pelajaran IPA Terpadu. Buku ini memuat materi pelajaran Fisika, Kimia, dan Biologi yang dipadukan menjadi satu. Uraian dalam buku ini sudah sesuai dengan **Standar Isi**. Di bagian awal bab dilengkapi dengan **pendahuluan** dan **tujuan pembelajaran** serta **peta konsep** yang harus dikuasai oleh siswa.

Pada setiap bab dilengkapi dengan **Sahabatku Ilmuwan**, **Aktivitas Siswa**, **Info Penting**, **Pikirkanlah**, dan **Menguji Diri** untuk menambah pengetahuan siswa dan meningkatkan kreativitasnya. Dan di bagian akhir bab dilengkapi dengan **Kilasan Materi** yang merupakan rangkuman materi pada setiap bab, **Refleksi Uji Kemampuan** untuk siswa, dan **Ruang Berpikir**.

Kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, kami mengucapkan terima kasih. Semoga buku “Alam Sekitar IPA Terpadu” ini bermanfaat bagi siswa.

Jakarta, Oktober 2008

Bagaimana Menggunakan Buku Ini?

Adik-adikku, agar kamu lebih mudah untuk mempelajari buku ini, mari kita lihat terlebih dahulu petunjuk bagaimana menggunakan buku ini.

Bab 1 Sistem Ekskresi pada Manusia

Coba kamu perhatikan gambar ginjal di samping. Ginjal merupakan salah satu contoh organ penyusun sistem ekskresi manusia. Selain ginjal, masih ada organ tubuh lainnya yang menyusun sistem ekskresi manusia. Organ apa sajakah itu? Apa fungsi-fungsi dari organ-organ tersebut? Kelainan apa saja yang dapat terjadi pada organ-organ tersebut? Kamu akan menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan bentuk organ penyusun sistem ekskresi pada manusia, menyebutkan fungsinya, mendeskripsikan contoh kelainan dan penyakit pada sistem ekskresi serta upaya mengatasinya, dan menyadari pentingnya menjaga kesehatan organ sistem ekskresi.

Gambar 1.1
Ginjal

Peta Konsep

```
graph TD
    SE[Sistem Ekskresi Pada Manusia] -- organ penyusun --> H[Hati]
    SE -- organ penyusun --> PP[Paru-paru]
    SE -- organ penyusun --> K[Kulit]
    SE -- organ penyusun --> G[Ginjal]
    H -- mengeluarkan --> Z[Zat sisa berupa urea]
    PP -- mengeluarkan --> KD[Karbon dioksida dan uap air]
    K -- mengeluarkan --> AG[Air, garam, dan urea dalam bentuk keringat]
    K -- gangguan --> JEG[Jerawat, eksim, gangren]
    G -- mengeluarkan --> UA[Urea dan amonia dalam bentuk urine]
    G -- gangguan --> AD[Albuminaria, Diabetes melitus, Nefritis, Batu ginjal, Anuria]
```

Pendahuluan

Pengantar materi dan tujuan pembelajaran.

Peta Konsep

Diagram yang menunjukkan struktur konsep dalam bab tersebut.

sehingga kemampuan penyerapan air terganggu. Akibatnya, terjadi penimbunan air pada kaki atau sering disebut oedema (kaki penderita membengkak).

5. Batu Ginjal
Batu ginjal adalah penyakit yang terjadi karena adanya batu di dalam ginjal. Batu tersebut merupakan senyawa kalsium dan penumpukan asam urat.

6. Poliuria dan Oligouria
Poliuria, yaitu urine dikeluarkan amat banyak dan encer. Sedangkan, oligouria adalah urine yang dihasilkan sangat sedikit.

7. Anuria
Anuria adalah kegagalan ginjal sehingga tidak dapat membuat urine. Hal ini disebabkan oleh adanya kerusakan pada glomerulus. Akibatnya, proses filtrasi tidak dapat dilakukan dan tidak ada urine yang dihasilkan.

8. Jerawat
Jerawat adalah gangguan kronis pada kelenjar minyak. Biasanya terjadi pada usia remaja karena peningkatan hormon.

9. Eksim
Eksim adalah kelainan pada kulit karena kulit menjadi kering, kemerah-merahan, gatal, dan berbisik.

10. Gangren
Gangren adalah kelainan pada kulit karena kematian sel-sel jaringan tubuh. Hal ini disebabkan oleh pemblokiran peredaran darah.

Info
Nefritis adalah penyakit pada ginjal karena kerusakan pada glomerulus yang disebabkan oleh infeksi kuman.

Aktivitas Siswa
Carilah di berbagai sumber tentang penyakit yang berkaitan dengan sistem ekskresi dan pengobatan yang diberikan kepada penderitanya! Buatlah catatan mengenai hal itu, kemudian kumpulkan kepada gurumu untuk dibahas dan dinilai!

Info

Hal-hal yang harus diketahui dan dipahami oleh pembaca pada bagian tersebut.

Aktivitas Siswa

Kegiatan sederhana yang dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep dan mengembangkan kreativitasnya.

Urine mengandung, urea, asam urine, amonia, dan sisa-sisa pembongkaran protein. Selain itu, mengandung zat-zat yang berlebihan dalam darah, seperti vitamin C, obat-obatan, dan hormon serta garam-garam.

5. Usus Besar

Usus besar merupakan kelanjutan dari usus halus. Di dalam usus terdapat umbi cacing. Panjang usus besar $\pm$ 1 meter. Fungsi usus besar adalah untuk mengatur kadar air sisa makanan.

B. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi

Kelainan atau penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi bermacam-macam, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Albuminuria

Albuminuria adalah kelainan pada ginjal karena terdapat albumin dan protein di dalam urine. Hal ini merupakan suatu gejala kerusakan alat filtrasi pada ginjal.

2. Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus adalah kelainan pada ginjal karena adanya gula (glukosa) dalam urine yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin. Hal ini disebabkan karena proses perombakan glukosa menjadi glikogen terganggu sehingga glukosa darah meningkat. Ginjal tidak mampu menyerap seluruh glukosa tersebut. Akibatnya, glukosa diekskresikan bersama urine.

3. Diabetes Insipidus

Diabetes insipidus adalah kelainan pada ginjal karena jumlah urine yang berlipat ganda karena gangguan hormon antidiuretik.

4. Nefritis

Nefritis adalah penyakit pada ginjal karena kerusakan pada glomerulus yang disebabkan oleh infeksi kuman. Penyakit ini dapat menyebabkan uremia (urea dan asam urine masuk kembali ke darah).

Pikirkanlah

Apa yang menyebabkan terbentuknya batu ginjal? Cara-cara apa saja yang dapat kamu lakukan untuk mencegah agar di dalam ginjalmu tidak terdapat batu ginjal? Kemukakan alasanmu!

Sahabatku, Ilmuwan

Paul Ehrlich adalah ahli bakteriologi dari Jerman yang memenangkan hadiah Nobel pada 1908 dalam bidang fisiologi dan obat. Ehrlich mengembangkan teori pokok yang menjelaskan ilmu kimia tentang sistem imun (kekebalan tubuh) dan sejumlah perawatan secara kimia untuk penyakit.

Pikirkanlah

Pertanyaan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam berfikir.

Sahabatku, Ilmuwan

Tokoh-tokoh yang mempunyai peranan besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Menguji Diri

Soal-soal untuk melatih siswa menerapkan konsep yang telah dipelajari ke dalam pemecahan masalah.

Menguji Diri

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sistem ekskresi!
2. Sebutkan dan jelaskan organ-organ yang merupakan alat ekskresi manusia!
3. Jelaskan jenis-jenis penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi!

Kilasan Materi

- Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme.
- Alat ekskresi dalam sistem ekskresi manusia antara lain hati, paru-paru, kulit, ginjal, dan usus besar.
- Hati atau hepar merupakan kelenjar terbesar di dalam tubuh, terletak dalam rongga perut sebelah kanan, tepatnya di bawah diafragma.
- Dengan bernafas, kita telah melakukan ekskresi untuk mengeluarkan CO_2 dan H_2O .
- Kulit merupakan salah satu alat ekskresi yang diperlukan tubuh untuk mengeluarkan air, garam, dan urea dari dalam tubuh.

Refleksi

Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme. Sisa metabolisme tersebut dikeluarkan melalui organ-organ ekskresi. Setelah mempelajari sistem ekskresi pada manusia, coba kamu jelaskan kembali macam-macam organ ekskresi pada manusia dan fungsinya! Diskusikanlah bagian yang belum kamu mengerti bersama temanmu! Hikmah apa yang bisa kamu dapatkan dengan mempelajari sistem ekskresi pada manusia?

Kilasan Materi

Ringkasan dari materi yang dipelajari dan definisi beberapa istilah penting yang ada pada bab tersebut.

Refleksi

Pencerminan dari seluruh materi yang dipelajari pada bab tersebut, dapat berupa pertanyaan kilas balik, hikmah, atau pengembangan konsep.

Uji Kemampuan

Soal pilihan ganda dan uraian singkat yang dapat mengevaluasi tingkat pemahaman siswa terhadap materi pada bab tersebut.



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Proses pengeluaran zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh disebut
a. sekresi
b. endokrin
c. ekskresi
d. osmoregulasi
2. Yang bukan alat ekskresi adalah
a. hati
b. paru-paru
c. keringat
d. ginjal
3. Keringat yang keluar dari kulit tidak mengandung
a. urea
b. garam dapur
c. lemak
d. air
4. Kelenjar keringat berada di lapisan
a. epidermis
b. dermis
c. hipodermis
d. dermatitis

Ruang Berpikir

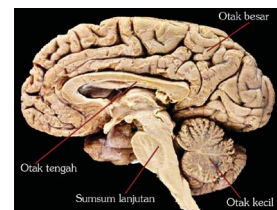
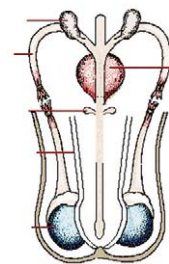
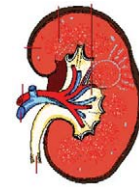
1. Pernahkah kamu pergi ke daerah pegunungan yang udaranya dingin? Di daerah pegunungan yang udaranya dingin, kita lebih sering buang air kecil. Mengapa demikian? Carilah penyebabnya yang berkaitan dengan sistem ekskresi!
2. Dapatkah seseorang bertahan hidup jika dia tidak memiliki ginjal? Jelaskan!
3. Coba kamu kaji dan diskusikan dengan teman sekelompokmu tentang manfaat dari organ-organ ekskresi yang kamu miliki! Jelaskan hubungannya dengan kesehatan tubuh kita!

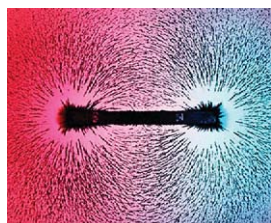
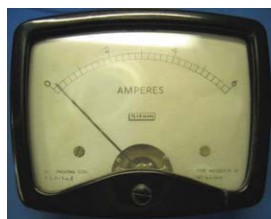
Ruang Berpikir

Soal-soal aplikasi, perbandingan, inkuiri, investigasi, pemahaman, pemecahan masalah, penalaran, dan analisis yang menuntut siswa untuk berpikir secara logis dan sistematis.

Daftar Isi

Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar.....	iv
Bagaimana Menggunakan Buku Ini?.....	v
Daftar Isi	vii
Bab 1 Sistem Ekskresi pada Manusia.....	1
A. Sistem Ekskresi pada Manusia	2
B. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi	7
Uji Kemampuan.....	13
Bab 2 Sistem Reproduksi pada Manusia	15
A. Alat Reproduksi Manusia	16
B. Gametogenesis.....	19
C. Menstruasi.....	21
D. Fertilisasi dan Kehamilan.....	23
E. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Reproduksi	23
Uji Kemampuan.....	29
Bab 3 Sistem Koordinasi dan Alat Indera pada Manusia	31
A. Sistem Saraf	32
B. Hormon.....	37
C. Panca Indera.....	39
D. Kelainan pada Sistem Koordinasi dan Panca Indera.....	45
Uji Kemampuan.....	51
Bab 4 Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup ...	53
A. Adaptasi.....	54
B. Seleksi Alam.....	58
C. Perkembangbiakan pada Tumbuhan..	59
D. Perkembangbiakan pada Hewan.....	65
E. Tingkat Reproduksi	68





	Uji Kemampuan.....	71
Bab 5	Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup	73
	A. Materi Genetik	74
	B. Sifat Resesif, Dominan, dan Intermediet	77
	C. Sifat Genotip dan Fenotip	77
	D. Percobaan Mendel.....	78
	E. Penerapan Pewarisan Sifat pada Tumbuhan dan Hewan	84
	F. Pewarisan Sifat pada Manusia	85
	Uji Kemampuan.....	89
Bab 6	Bioteknologi	91
	A. Perkembangan Bioteknologi.....	92
	B. Peranan Mikroorganisme dalam Bioteknologi	94
	C. Penerapan Bioteknologi	98
	Uji Kemampuan.....	105
Bab 7	Listrik Statis.....	107
	A. Muatan Listrik	108
	B. Hukum Coloumb	111
	C. Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-Hari	114
	Uji Kemampuan.....	119
Bab 8	Listrik Dinamis	121
	A. Arus Listrik	122
	B. Beda Potensial.....	127
	C. Hambatan	129
	D. Rangkaian Listrik	132
	E. Hukum I Kirchoff.....	136
	Uji Kemampuan.....	139
Bab 9	Energi dan Daya Listrik	141
	A. Energi Listrik.....	142
	B. Daya Listrik.....	144
	Uji Kemampuan.....	151
	Uji Kemampuan Semester 1.....	153
Bab 10	Kemagnetan.....	157
	A. Magnet	158
	B. Sifat Kemagnetan Bumi.....	161
	C. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik	162
	D. Induksi Elektromagnetik.....	167

Uji Kemampuan.....	175
Bab 11 Tata Surya	177
A. Anggota Tata Surya	178
B. Matahari sebagai Pusat Tata Surya	182
C. Planet-Planet Anggota Tata Surya.....	185
D. Bumi Sebagai Planet	189
E. Bulan	196
Uji Kemampuan.....	201
 Uji Kemampuan Semester 2.....	 203
Glosarium	207
Indeks.....	211
Daftar Pustaka	213
Kunci Jawaban	214



Bab

1

Sistem Ekskresi pada Manusia



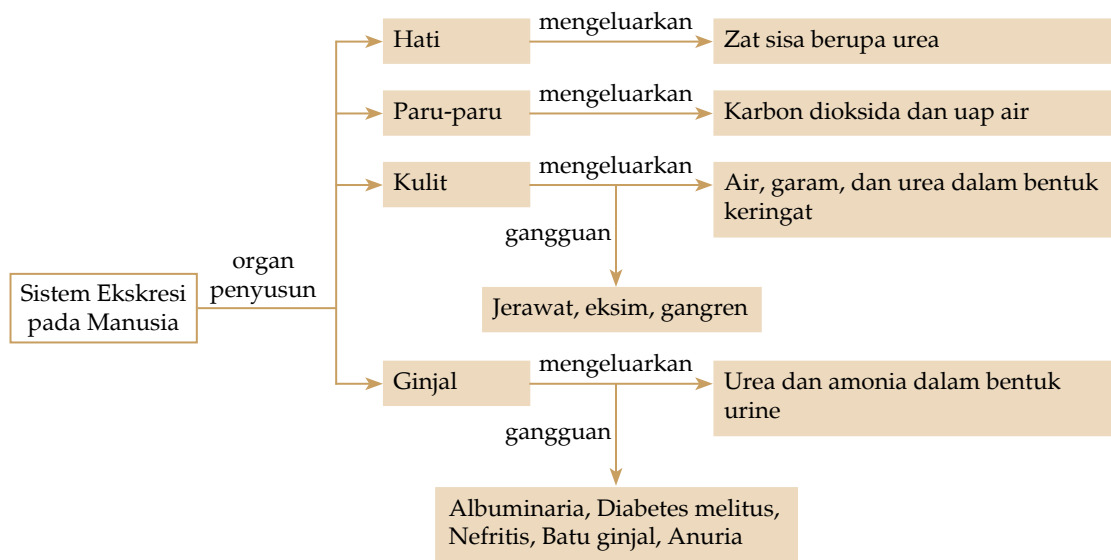
Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.1
Ginjal

Coba kamu perhatikan gambar ginjal di samping. Ginjal merupakan salah satu contoh organ penyusun sistem ekskresi manusia. Selain ginjal, masih ada organ tubuh lainnya yang menyusun sistem ekskresi manusia. Organ apa sajakah itu? Apa fungsi dari organ-organ tersebut? Kelainan apa saja yang dapat terjadi pada organ-organ tersebut? Kamu akan menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan bentuk organ penyusun sistem ekskresi pada manusia, menyebutkan fungsinya, mendeskripsikan contoh kelainan dan penyakit pada sistem ekskresi serta upaya mengatasinya, dan menyadari pentingnya menjaga kesehatan organ sistem ekskresi.

Peta Konsep



Kamu telah mempelajari tentang proses pencernaan di kelas VIII bab 3. Proses pencernaan ini memiliki zat sisa yang harus dibuang dari tubuh.

Tahukah kamu bagaimana zat sisa ini dikeluarkan dari tubuhmu? Zat sisa ini dikeluarkan dari tubuh melalui alat ekskresi. Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme. Untuk lebih mengetahui tentang alat ekskresi pada manusia, coba kamu cermati uraian berikut.



Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme.

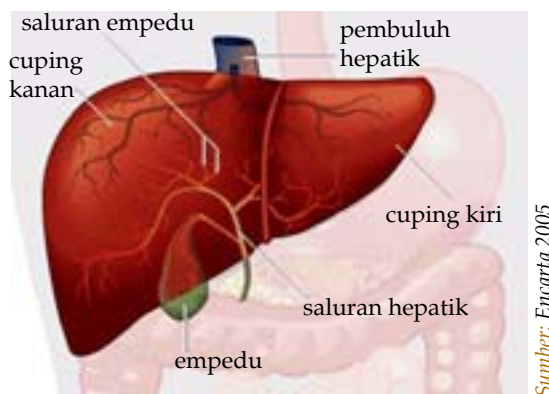
A. Sistem Ekskresi pada Manusia

Alat ekskresi dalam sistem ekskresi manusia antara lain: hati, paru-paru, kulit, ginjal, dan usus besar. Setiap alat ekskresi tersebut berfungsi mengeluarkan zat sisa metabolisme yang berbeda, kecuali air yang dapat diekskresikan melalui semua alat ekskresi.

Setelah mempelajari subbab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan bentuk organ penyusun sistem ekskresi pada manusia dan fungsinya. Untuk itu, ayo cermati setiap uraiannya.

1. Hati

Hati atau hepar merupakan kelenjar terbesar di dalam tubuh, terletak dalam rongga perut sebelah kanan, tepatnya di bawah diafragma.



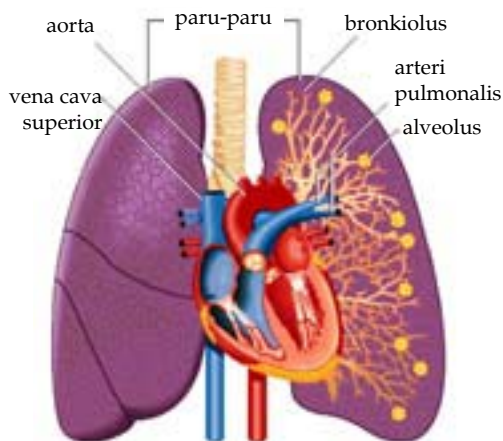
Gambar 1.2 Hati dan empedu

Hati memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- Menetralisir racun sehingga tidak membahayakan tubuh, kemudian racun ini dikeluarkan melalui urine.
- Mengubah glukosa menjadi glikogen untuk mengatur kadar gula dalam darah.

- c) Sebagai alat ekskresi yang mengeluarkan warna empedu dan urine. Setiap hari, hati menghasilkan empedu mencapai $\frac{1}{2}$ liter.
- d) Tempat sintesis beberapa zat. Hati menghasilkan enzim arginase yang mengubah arginin menjadi ornifin dan urea. Ornifin yang terbentuk dapat meningkatkan NH_3 dan CO_2 yang bersifat racun.
- e) Hati menghasilkan empedu yang berasal dari hemoglobin sel darah merah yang telah tua. Empedu disimpan di dalam kantung empedu dan merupakan cairan hijau serta berasa pahit. Empedu mengandung kolesterol, garam empedu, garam mineral, dan pigmen bilirubin dan biliverdin. Empedu ini berfungsi untuk mencerna lemak agar mudah diserap tubuh, membantu daya absorpsi lemak di usus, mengaktifkan enzim lipase, dan mengubah zat yang tidak larut dalam air menjadi zat yang larut dalam air.
- f) Hati merombak sel-sel darah merah yang sudah tua. Hemoglobin dalam darah tersebut dipecah menjadi zat besi, globin, dan heme. Zat besi dan globin dipakai kembali untuk menghasilkan sel darah merah yang baru. Sedangkan, heme dirombak menjadi bilirubin dan biliverdin yang berwarna hijau biru. Zat warna empedu ini mengalami oksidasi di dalam usus menjadi urobilin yang memberi warna kekuningan pada feses dan urine.

2. Paru-Paru



Sumber: Encarta 2005

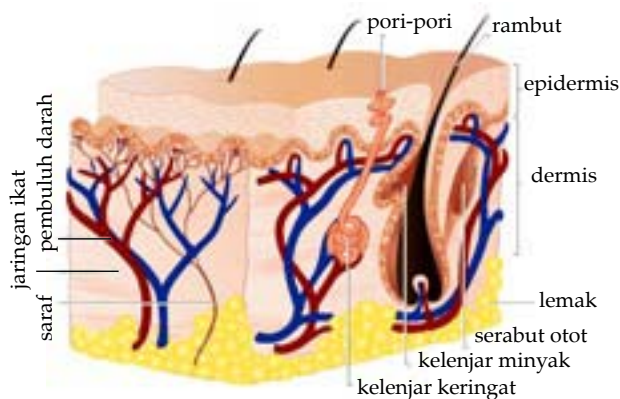
Gambar 1.3 Paru-paru

Paru-paru merupakan salah satu organ ekskresi dalam tubuh. Manusia memiliki sepasang paru-paru, yaitu paru-paru kiri dan kanan. Paru-paru tersebut memiliki fungsi utama sebagai alat pernapasan yang berhubungan erat dengan sistem ekskresi. Dengan bernapas, kamu mengambil O_2 dari udara dan mengeluarkan CO_2 dan H_2O .

Sisa metabolisme di jaringan berupa karbon dioksida dan air diangkut oleh darah ke paru-paru untuk dibuang dengan cara difusi di alveolus. Di alveolus banyak pembuluh kapiler yang memiliki selapis sel sehingga proses tersebut dapat berjalan dengan baik.

3. Kulit

Kulit merupakan salah satu alat ekskresi yang diperlukan tubuh untuk mengeluarkan air, garam, dan urea dari dalam tubuh berupa keringat. Ekskresi melalui kulit sangat berhubungan dengan suhu dan kegiatan yang kamu lakukan.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.4 Struktur kulit

Bagian yang berfungsi sebagai alat ekskresi adalah kelenjar keringat (glandula sudorifera) yang terletak di lapisan dermis. Kulit manusia terdiri atas dua bagian, yaitu epidermis dan dermis.

a. Epidermis

Epidermis terdiri atas dua lapisan, yaitu stratum korneum (lapisan tanduk) dan lapisan malpighi. Stratum korneum merupakan lapisan kulit mati yang dapat mengelupas dan digantikan oleh sel-sel baru. Sedangkan, lapisan malpighi terdiri atas lapisan spinosum dan germinativum.

Lapisan spinosum berfungsi menahan gesekan dari luar. Lapisan germinativum mengandung sel-sel yang aktif membelah diri, menggantikan lapisan sel-sel pada stratum korneum. Lapisan malpighi dapat memberi warna pada kulit karena mengandung pigmen melanin. Jika pigmen melanin terlalu banyak, warna kulit seseorang menjadi gelap.

b. Dermis

Pada bagian dermis terdapat pembuluh darah, akar rambut, ujung saraf, kelenjar keringat, dan kelenjar minyak. Kelenjar keringat menjadi aktif saat suhu panas. Hal ini

menyebabkan keringat keluar ke permukaan kulit dengan cara penguapan. Penguapan ini mengakibatkan suhu di permukaan kulit turun. Sebaliknya, pada saat suhu lingkungan rendah (dingin), kelenjar keringat tidak aktif dan pembuluh kapiler di kulit menyempit.

Pada kondisi seperti ini, darah tidak membuang air dan sisa metabolisme yang menyebabkan penguapan sangat berkurang. Hal ini menyebabkan suhu tubuh tetap dan tubuh tidak mengalami kedinginan. Keluarnya keringat dikontrol oleh hipotalamus.

Di bawah dermis sebenarnya terdapat jaringan ikat bawah kulit yang memiliki batas yang tidak jelas. Di lapisan ini terdapat lemak yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Lemak berfungsi untuk menahan panas tubuh dan melindungi tubuh bagian dalam terhadap benturan luar.

Pikirkanlah

Selain sebagai alat ekskresi, kulit memiliki fungsi lain. Sebutkan fungsi lain kulit bagi kehidupan sehari-hari!

4. Ginjal

Ginjal merupakan alat ekskresi utama pada manusia. Ginjal berfungsi untuk mengekskresikan zat-zat sisa metabolisme yang mengandung nitrogen, seperti urea, dan ammonia. Selain itu, ginjal juga berfungsi untuk mengeluarkan zat-zat yang jumlahnya berlebihan, seperti vitamin C yang terlalu banyak dalam tubuh, mempertahankan tekanan osmosis ekstraseluler, dan mempertahankan keseimbangan asam dan basa.

a. Struktur Ginjal

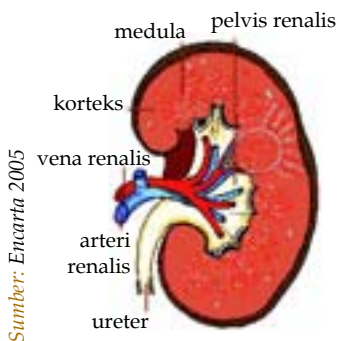
Ginjal manusia memiliki panjang sekitar 10 cm dan bentuk seperti kacang merah, berjumlah sepasang, dan terletak di sebelah kiri dan kanan tulang belakang. Tipe ginjal manusia adalah metanefros yang tidak bersegmen dan memiliki glomerulus yang banyak. Ginjal terdiri atas kulit ginjal, sumsum ginjal, dan rongga ginjal.

1) Kulit ginjal (korteks)

Pada kulit ginjal banyak terdapat badan malpighi yang berjumlah ± 1 juta. Badan malpighi terdiri atas glomerulus.

2) Sumsum ginjal (medula)

Sumsum ginjal berupa badan-badan yang berbentuk kerucut dan banyak mengandung saluran yang mengumpulkan urine yang disebut tubulus kontortus.



Gambar 1.5
Struktur ginjal dan nefron

3) Rongga ginjal (pelvis renalis)

Di rongga ini bermuara saluran pengumpul. Dari rongga tersebut, urine keluar dari saluran ureter menuju vesika urinaria (kandung kemih). Dari kandung kemih, urine keluar tubuh melalui saluran uretra.

b. Pembentukan Urine di Ginjal

Proses pembentukan urine di dalam ginjal melalui tiga tahapan sebagai berikut:

1) Filtrasi (penyaringan)

Filtrasi darah terjadi di glomerulus, yaitu kapiler darah yang bergelung-gelung di dalam kapsul Bowman. Pada glomerulus terdapat sel-sel endotelium sehingga memudahkan proses penyaringan. Selain itu, di glomerulus juga terjadi pengikatan sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma agar tidak ikut dikeluarkan.

Hasil proses infiltrasi ini berupa urine primer (*filtrate glomerulus*) yang komposisinya mirip dengan darah, tetapi tidak mengandung protein. Di dalam urine primer dapat ditemukan asam amino, glukosa, natrium, kalium, ion-ion, dan garam-garam lainnya.

2) Reabsorpsi (penyerapan kembali)

Proses reabsorpsi terjadi di dalam pembuluh (tubulus) proksimal. Proses ini terjadi setelah urine primer hasil proses infiltrasi mengalir dalam pembuluh (tubulus) proksimal.

Bahan-bahan yang diserap dalam proses reabsorpsi ini adalah bahan-bahan yang masih berguna, antara lain glukosa, asam amino, dan sejumlah besar ion-ion anorganik. Selain itu, air yang terdapat dalam urine primer juga mengalami reabsorpsi melalui proses osmosis, sedangkan reabsorpsi bahan-bahan lainnya berlangsung secara transpor aktif.

Proses penyerapan air juga terjadi di dalam tubulus distal. Kemudian, bahan-bahan yang telah diserap kembali oleh tubulus proksimal dikembalikan ke dalam darah melalui pembuluh kapiler yang ada di sekeliling tubulus. Proses reabsorpsi ini juga terjadi di lengkung Henle, khususnya ion natrium.

Hasil proses reabsorpsi adalah urine sekunder yang memiliki komposisi zat-zat penyusun yang sangat berbeda dengan urine primer. Dalam urine sekunder tidak ditemukan zat-zat yang masih dibutuhkan tubuh dan kadar urine meningkat dibandingkan di dalam urine primer.

Info



Proses pembentukan urine melalui tiga tahap, yaitu filtrasi di glomerulus, reabsorpsi di tubulus proksimal, dan augmentasi di tubulus distal dan saluran pengumpul.

Pikirkanlah



Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi produksi urine seseorang?

3) Augmentasi (Penambahan)

Urine sekunder selanjutnya masuk ke tubulus kontortus distal dan saluran pengumpul. Di dalam saluran ini terjadi proses penambahan zat-zat sisa yang tidak bermanfaat bagi tubuh. Kemudian, urine yang sesungguhnya masuk ke kandung kemih (vesika urinaria) melalui ureter. Selanjutnya, urine tersebut akan dikeluarkan dari tubuh melalui uretra.

Urine mengandung urea, asam urine, amonia, dan sisa-sisa pembongkaran protein. Selain itu, mengandung zat-zat yang berlebihan dalam darah, seperti vitamin C, obat-obatan, dan hormon serta garam-garam.

B. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Ekskresi

Kelainan atau penyakit yang terjadi pada sistem ekskresi bermacam-macam, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Albuminuria

Albuminuria adalah kelainan pada ginjal karena terdapat albumin dan protein di dalam urine. Hal ini merupakan suatu gejala kerusakan alat filtrasi pada ginjal. Penyakit ini menyebabkan terlalu banyak albumin yang lolos dari saringan ginjal dan terbuang bersama urine. Albumin merupakan protein yang bermanfaat bagi manusia karena berfungsi untuk mencegah agar cairan tidak terlalu banyak keluar dari darah. Penyebab albuminuria di antaranya adalah kekurangan protein, penyakit ginjal, dan penyakit hati.

2. Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah kelainan pada ginjal karena adanya gula (glukosa) dalam urine yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin. Hal ini disebabkan karena proses perombakan glukosa menjadi glikogen terganggu sehingga glukosa darah meningkat. Ginjal tidak mampu menyerap seluruh glukosa tersebut. Akibatnya, glukosa diekskresikan bersama urine.

Diabetes melitus harus dikelola dan dikendalikan dengan baik agar penderitanya dapat merasa nyaman dan sehat, serta dapat mencegah terjadinya komplikasi. Upaya untuk mengendalikan diabetes melitus di antaranya adalah:

- a) Periksa ke dokter sesuai jadwal/secara rutin.
- b) Minum obat sesuai petunjuk dokter.
- c) Mengatur diet.

- d) Olahraga secara teratur.
- e) Melakukan pemeriksaan laboratorium secara berkala.

3. Diabetes Insipidus

Diabetes insipidus adalah suatu kelainan pada sistem ekskresi karena kekurangan hormon antidiuretik. Kelainan ini dapat menyebabkan rasa haus yang berlebihan serta pengeluaran urine menjadi banyak dan sangat encer.

Diabetes insipidus terjadi akibat penurunan pembentukan *hormon antidiuretik*, yaitu hormon yang secara alami mencegah pembentukan air kemih yang terlalu banyak. Diabetes insipidus juga bisa terjadi jika kadar hormon antidiuretik normal, tetapi ginjal tidak memberikan respon yang normal terhadap hormon ini (keadaan ini disebut *diabetes insipidus nefrogenik*). Penyebab lain terjadinya diabetes insipidus adalah:

- a) Kerusakan hipotalamus atau kelenjar hipofisa akibat pembedahan.
- b) Cedera otak (terutama patah tulang di dasar tengkorak).
- c) Tumor.
- d) *Sarkoidosis* atau *tuberkulosis*.
- e) Aneurisma atau penyumbatan arteri yang menuju ke otak.
- f) Beberapa bentuk *ensefalitis* atau *meningitis*.
- g) *Histiocytosis X* (penyakit *Hand-Schüller-Christian*).

Diabetes insipidus dapat diobati dengan mengatasi penyebabnya. Vasopresin atau desmopresin asetat (dimodifikasi dari hormon antidiuretik) dapat diberikan sebagai obat semprot hidung beberapa kali sehari untuk mempertahankan pengeluaran air kemih yang normal. Tetapi harus hati-hati, karena jika terlalu banyak mengkonsumsi obat ini dapat menyebabkan penimbunan cairan, pembengkakan, dan gangguan lainnya. Suntikan hormon antidiuretik diberikan kepada penderita yang akan menjalani pembedahan atau penderita yang tidak sadarkan diri.

Diabetes insipidus juga dapat dikendalikan oleh obat-obatan yang merangsang pembentukan hormon antidiuretik, seperti klorpropamid, karbamazepin, klofibrat, dan berbagai diuretik (tiazid). Tetapi, obat-obat ini tidak mungkin meringankan gejala secara total pada diabetes insipidus yang berat.



Sir William Bowman (1816-1892) adalah seorang ahli bedah, ahli histologi, dan ahli anatomi berkebangsaan Inggris. Ia terkenal pada penelitiannya yang banyak menggunakan mikroskop dalam mempelajari organ tubuh manusia.

Lahir di Nantwich, Cheshire, putera ketiga dari seorang bankir dan geolog serta botanikus amatir, Bowman mengenyam pendidikan di Sekolah Hazelwood di dekat Birmingham pada 1826.

Karya pertamanya yang cukup dikenal adalah penelitian mengenai struktur otot rangka. Pada usia 25 tahun, ia telah mengidentifikasi struktur pada nefron

yang dikenal dengan kapsula Bowman. Ia memaparkan penemuannya pada makalahnya yang berjudul *"On the Structure and Use of the Malpighian Bodies of the Kidney"* ("Struktur dan Fungsi Badan Malphigi pada Ginjal") dan berhasil mendapatkan medali kerajaan.

Kerjasamanya dengan Robert Bentley Todd, seorang profesor ilmu faal, menghasilkan publikasi dengan lima jilid *"Physiological Anatomy and Physiology of Man"* (1843-1856) ("Anatomi Faal dan Faal Manusia") dan *"Cyclopaedia of Anatomy and Physiology"* (1852) ("Ensiklopedia Anatomi dan Faal").

Pada 1884, Ratu Victoria mengangkatnya menjadi seorang baronet. Ia meninggal di rumahnya, Joldwynds, di dekat Dorking, Surrey pada 1892.

4. Nefritis

Nefritis adalah penyakit pada ginjal karena kerusakan pada glomerulus yang disebabkan oleh infeksi kuman. Penyakit ini dapat menyebabkan uremia (urea dan asam urin masuk kembali ke darah) sehingga kemampuan penyerapan air terganggu. Akibatnya terjadi penimbunan air pada kaki atau sering disebut oedema (kaki penderita membengkak).

Gejala ini lebih sering nampak terjadi pada masa kanak-kanak dan dewasa dibandingkan pada orang-orang setengah baya. Penderita biasanya mengeluh tentang rasa dingin, demam, sakit kepala, sakit punggung, dan uedema (bengkak) pada bagian muka biasanya sekitar mata (kelopak), mual, dan muntah-muntah. Sulit buang air kecil dan air seni menjadi keruh.

5. Batu Ginjal

Batu ginjal adalah penyakit yang terjadi karena adanya batu di dalam ginjal. Batu tersebut merupakan senyawa kalsium dan penumpukan asam urat. Terbentuknya batu bisa terjadi karena urine jenuh dengan garam-garam yang dapat membentuk batu atau karena urine kekurangan penghambat pembentukan batu yang normal. Sekitar 80% batu ginjal tersusun oleh kalsium. Ukuran batu bervariasi, mulai dari yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sampai yang sebesar 2,5 cm atau lebih. Batu ini dapat mengisi hampir keseluruhan pelvis renalis dan kalises renalis.

Batu kecil yang tidak menyebabkan gejala penyumbatan atau infeksi, biasanya tidak perlu diobati. Minum banyak cairan akan meningkatkan pembentukan air kemih dan membantu membuang beberapa batu. Jika batu telah terbuang, tidak perlu lagi dilakukan pengobatan segera.

Batu di dalam pelvis renalis atau bagian ureter paling atas yang berukuran 1 cm atau kurang seringkali dipecahkan oleh gelombang ultrasonik (*extracorporeal shock wave lithotripsy*, ESWL). Pecahan batu selanjutnya akan dibuang dalam air kemih.

Kadang sebuah batu diangkat melalui suatu sayatan kecil di kulit yang diikuti dengan pengobatan ultrasonik. Batu kecil di dalam ureter bagian bawah dapat diangkat dengan endoskopi yang dimasukkan melalui uretra dan masuk ke dalam kandung kemih.

Batu asam urat, kadang akan larut secara bertahap pada suasana air kemih yang basa (misalnya dengan memberikan kalium sitrat). Tetapi, batu lainnya tidak dapat diatasi dengan cara ini. Batu asam urat yang lebih besar dapat menyebabkan penyumbatan sehingga perlu diangkat melalui pembedahan.

6. Poliuria dan Oligouria

Poliuria adalah gangguan pada ginjal, dimana urine dikeluarkan sangat banyak dan encer. Sedangkan, oligouria adalah urine yang dihasilkan sangat sedikit.

7. Anuria

Anuria adalah kegagalan ginjal sehingga tidak dapat membuat urine. Hal ini disebabkan oleh adanya kerusakan pada glomerulus. Akibatnya, proses filtrasi tidak dapat dilakukan dan tidak ada urine yang dihasilkan.

Sebagai akibat terjadinya anuria, maka akan timbul gangguan keseimbangan di dalam tubuh. Misalnya, penumpukan cairan, elektrolit, dan sisa-sisa metabolisme tubuh yang seharusnya keluar bersama urine. Keadaan inilah yang akan memberikan gambaran klinis daripada anuria.

Tindakan pencegahan anuria sangat penting untuk dilakukan. Misalnya, pada keadaan yang memungkinkan terjadinya anuria tinggi, pemberian cairan untuk tubuh harus selalu diusahakan sebelum anuria terjadi.

8. Jerawat

Jerawat adalah suatu kondisi kulit dimana terjadi penyumbatan kelenjar minyak pada kulit disertai infeksi dan peradangan. Biasanya terjadi pada usia remaja karena peningkatan hormon. Jerawat dapat timbul di wajah, dada, ataupun punggung.

Banyak cara untuk mengatasi jerawat dan beragam obat ditawarkan untuk mengatasi gangguan kulit yang satu ini. Untuk mengatasi jerawat, kamu perlu tidur cukup, minimal 7 jam sehari, perbanyak mengonsumsi buah dan sayur. Selain itu, kurangi atau kalau bisa hindari memakan makanan bertepung, mengandung gula, cokelat, dan kacang.

9. Eksim

Eksim adalah kelainan pada kulit karena kulit menjadi kering, kemerah-merahan, gatal, dan bersisik. Umumnya,

gejala eksim yang terlihat adalah pembengkakan dan rasa gatal pada kulit.

Penyebab eksim di antaranya adalah:

- a) Alergi pada sabun, krim *lotion*, salep, atau logam tertentu.
- b) Kelelahan.
- c) Stres.

Secara umum, eksim memang tidak berbahaya, dalam arti tidak menyebabkan kematian dan tidak menular. Namun, eksim dapat menyebabkan rasa tidak nyaman dan amat mengganggu. Oleh karena itu, eksim perlu diobati dengan cara-cara sebagai berikut:

- a) Jangan berganti-ganti sabun mandi. Gunakan sabun mandi yang lembut, tidak terlalu berbusa, dan tidak menghilangkan minyak alami tubuh.
- b) Gunakan air bersih untuk mandi.
- c) Gosok tubuh dengan handuk yang lembut dan bersih segera setelah mandi hingga permukaan kulit benar-benar kering.
- d) Rajin mencuci tangan dengan sabun lalu bilas dan keringkan.

10. Gangren

Gangren adalah kelainan pada kulit karena kematian sel-sel jaringan tubuh. Hal ini disebabkan oleh suplai darah yang buruk untuk bagian tubuh tertentu. Suplai darah yang buruk dapat disebabkan oleh penekanan pada pembuluh darah (misalnya, balutan yang terlalu ketat). Terkadang, gangren disebabkan oleh cedera langsung (gangren traumatik) atau infeksi.

Aktivitas Siswa

Carilah dari berbagai sumber tentang penyakit yang berkaitan dengan sistem ekskresi dan pengobatan yang diberikan kepada penderitanya! Buatlah catatan mengenai hal itu, kemudian kumpulkan kepada gurumu untuk dibahas dan dinilai!



Kilas Materi

- Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme.
- Alat ekskresi dalam sistem ekskresi manusia, antara lain: hati, paru-paru, kulit, ginjal, dan usus besar.
- Hati atau hepar merupakan kelenjar terbesar di dalam tubuh, terletak dalam rongga perut sebelah kanan, tepatnya di bawah diafragma.
- Dengan bernafas, kita telah melakukan ekskresi untuk mengeluarkan CO_2 dan H_2O .
- Kulit merupakan salah satu alat ekskresi yang diperlukan tubuh untuk mengeluarkan air, garam, dan urea dari dalam tubuh.
- Ginjal berfungsi untuk mengekskresikan zat-zat sisa metabolisme yang mengandung nitrogen, seperti urea dan ammonia.
- Proses pembentukan urine di dalam ginjal melalui tiga tahapan, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.
- Fungsi utama usus besar adalah mengatur kadar air sisa makanan.
- Beberapa penyakit yang ditimbulkan akibat rusaknya sistem ekskresi pada manusia adalah albuminuria, diabetes melitus, diabetes insipidus, nefritis, batu ginjal, poliuria dan oligouria, anuria, jerawat, eksim, dan gangren.

Refleksi

Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme. Sisa metabolisme tersebut dikeluarkan melalui organ-organ ekskresi. Setelah mempelajari sistem ekskresi pada manusia, coba kamu jelaskan kembali macam-macam organ ekskresi pada manusia dan fungsinya! Diskusikanlah bagian yang belum kamu mengerti bersama temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh dengan mempelajari sistem ekskresi pada manusia?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Proses pengeluaran zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh disebut
 - sekresi
 - endokrin
 - ekskresi
 - osmoregulasi
- Yang bukan alat ekskresi adalah
 - hati
 - paru-paru
 - keringat
 - ginjal
- Bagian dari nefron yang tersusun atas anyaman-anyaman pembuluh darah kapiler adalah
 - kapsula Bowman
 - badan malpighi
 - glomerulus
 - medula
- Berikut ini yang terdapat dalam medula ginjal adalah
 - badan malpighi
 - glomerulus
 - tubulus kontortus
 - nefron
- Di dalam glomerulus terjadi proses
 - reabsorpsi
 - filtrasi
 - augmentasi
 - absorpsi
- Keringat yang keluar dari kulit tidak mengandung
 - urea
 - garam dapur
 - lemak
 - air
- Kelenjar keringat berada di lapisan
 - epidermis
 - dermis
 - hipodermis
 - dermatitis
- Sebagai alat ekskresi, paru-paru mengekskresikan
 - $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CO}, \text{H}_2\text{O}$
 - O_2, CO_2
 - $\text{HCO}_3, \text{H}_2\text{O}$
- Kelebihan vitamin dalam tubuh dikeluarkan melalui
 - feses
 - keringat
 - urine
 - empedu
- Uremia adalah
 - urea masuk ke dalam darah
 - kadar garam kalsium dalam urine tinggi
 - tidak ada produksi urine
 - produksi urine tinggi

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah yang dimaksud dengan ekskresi? Jelaskan!
2. Jelaskan bagian-bagian ginjal!
3. Bagaimanakah proses pengeluaran keringat? Jelaskan!
4. Jelaskan proses pembentukan bilirubin sehingga warna urine menjadi kuning!
5. Apa sajakah kelainan pada sistem ekskresi? Jelaskan!

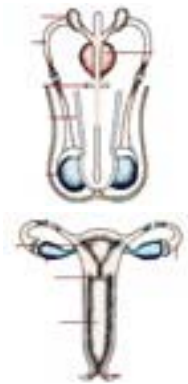


1. Pernahkah kamu pergi ke daerah pegunungan yang udaranya dingin? Di daerah pegunungan yang udaranya dingin, kita lebih sering buang air kecil. Mengapa demikian? Carilah penyebabnya yang berkaitan dengan sistem ekskresi!
2. Dapatkah seseorang bertahan hidup jika dia tidak memiliki ginjal? Jelaskan!
3. Coba kamu kaji dan diskusikan dengan teman sekelompokmu tentang manfaat dari organ-organ ekskresi yang kamu miliki! Jelaskan hubungannya dengan kesehatan tubuh manusia!

Bab

2

Sistem Reproduksi pada Manusia



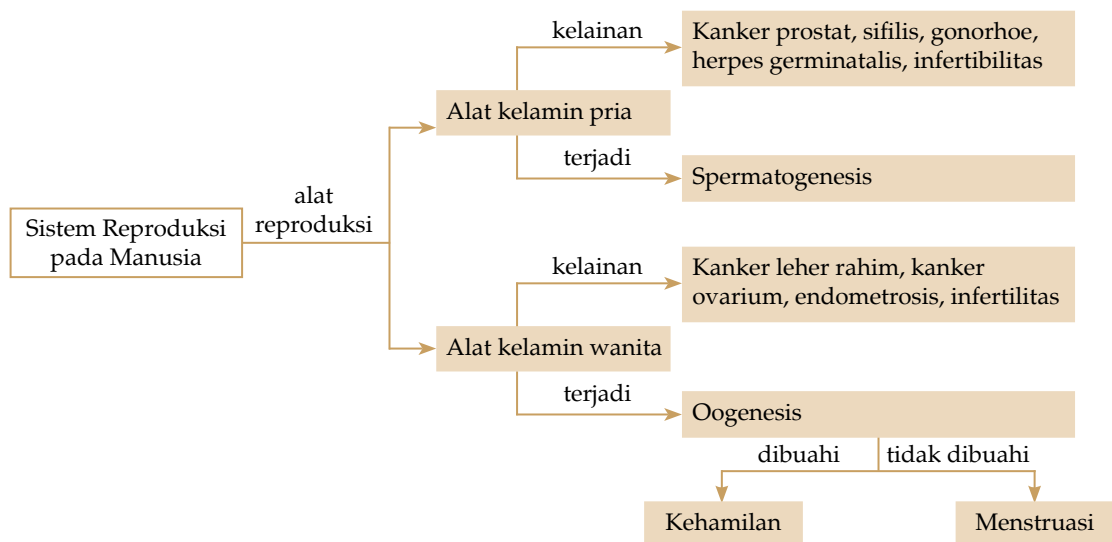
Sumber: Encarta 2005

Gambar 2.1
Alat reproduksi manusia

Gambar di samping adalah alat reproduksi pada manusia. Apa saja nama alat-alat tersebut? Apa fungsinya? Peristiwa apa saja yang terjadi pada alat-alat tersebut? Kelainan atau penyakit apa saja yang dapat menyerang alat-alat tersebut? Ayo temukan jawabannya dengan mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat menyebutkan organ penyusun sistem reproduksi pada manusia, mendeskripsikan fungsi atau sistem reproduksi, mendeskripsikan kelainan atau penyakit yang menyerang sistem reproduksi manusia, dan menyadari pentingnya menjaga kesehatan organ sistem reproduksi manusia.

Peta Konsep



Salah satu ciri makhluk hidup adalah berkembang biak untuk mempertahankan jenisnya. Oleh karena itu, manusia juga berkembang biak untuk mempertahankan jenisnya.

Laki-laki yang sudah mengalami pubertas akan menghasilkan spermatozoa. Sedangkan, perempuan yang sudah mengalami pubertas akan menghasilkan ovum. Pertemuan antara sperma dan ovum akan menghasilkan zigot. Untuk lebih mengetahui tentang sistem reproduksi pada manusia, mari cermati uraian berikut.

A. Alat Reproduksi Manusia

Manusia termasuk makhluk dioseus (berumah dua), artinya satu individu hanya memiliki satu jenis alat reproduksi, yaitu laki-laki atau perempuan. Alat reproduksi manusia atau alat kelamin dibagi menjadi dua, yaitu alat kelamin pria dan alat kelamin wanita. Alat kelamin pria dan wanita ini terdiri atas alat kelamin dalam dan luar.

1. Alat Kelamin Pria

Alat kelamin pria berfungsi menghasilkan spermatozoa. Alat kelamin pria dibagi menjadi dua bagian, yaitu alat kelamin dalam dan luar.

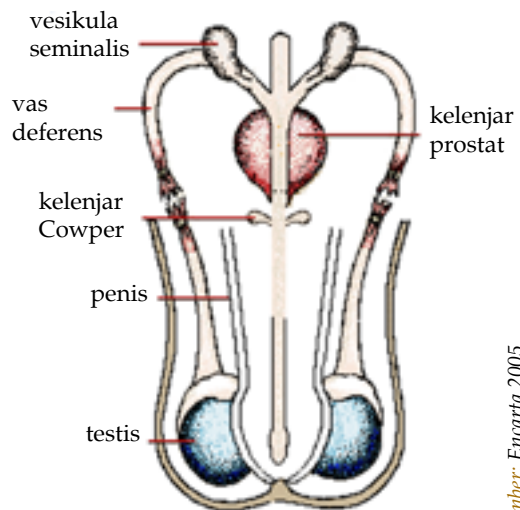
a. Alat Kelamin Dalam

Alat kelamin dalam yang dimiliki pria terdiri atas testis, saluran reproduksi, dan kelenjar kelamin.

1) Testis

Testis adalah organ kelamin pria yang berfungsi menghasilkan spermatozoa dan hormon testosteron. Testis berjumlah sepasang, berbentuk bulat telur, dan terdapat pada skrotum.

Pada testis terdapat pembuluh-pembuluh halus yang disebut tubulus seminiferus. Pada dinding tubulus seminiferus terdapat spermatogonium yang diploid. Di antara tubulus seminiferus terdapat sel-sel interstisiil yang mensekresi hormon testosteron. Selain itu, terdapat sel-sel berukuran besar yang disebut sel sertoli yang berfungsi menyediakan makanan bagi spermatozoa.



Gambar 2.2 Alat kelamin pria

Sumber: Encarta 2005

Info



Kehidupan sperma ditunjang oleh tiga kelenjar yang dimiliki oleh kaum pria, yaitu vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper.

2) Saluran reproduksi

Saluran reproduksi pada pria terdiri atas duktus epididimis dan vas deferens. Duktus epididimis adalah organ kecil seperti tabung sempit yang sangat panjang dan berliku-liku, melekat di belakang testis. Epididimis berfungsi sebagai tempat pematangan sperma lebih lanjut dan tempat penyimpanan sperma sementara.

Dari epididimis, sperma masuk ke dalam saluran vas deferens menuju vesikula seminalis (kantung sperma). Vas deferens adalah sebuah saluran dari bagian bawah epididimis yang mengarah ke atas, kemudian melingkar dan salah satu ujungnya berakhir pada kelenjar prostat. Saluran vas deferens bersatu membentuk duktus ejakulatorius pendek yang berakhir di uretra. Kemudian, uretra dan duktus ejakulatorius berakhir di ujung penis.

3) Kelenjar kelamin

Pada pria terdapat tiga kelenjar yang dapat menunjang kehidupan sperma. Kelenjar-kelenjar ini adalah vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper (bulbu-uretral).

a) *Vesikula seminalis*

Vesikula seminalis adalah kantung sperma berupa dua buah kelenjar tubulus yang terletak di kanan dan kiri di belakang kandung kemih. Vesikula seminalis mengeluarkan cairan berwarna jernih dan kental, mengandung lendir, asam amino, dan fruktosa. Cairan ini berfungsi sebagai persediaan makanan bagi sperma.

b) *Kelenjar prostat*

Kelenjar prostat memiliki ukuran kira-kira sebesar buah kenari besar, terletak di bawah kandung kemih mengelilingi uretra. Kelenjar prostat mengeluarkan cairan yang encer seperti susu dan bersifat alkalis atau basa untuk menyeimbangkan keasaman vagina.

c) *Kelenjar cowper*

Kelenjar cowper yang disebut juga kelenjar bulbuuretral memiliki bentuk kecil, berjumlah sepasang, dan terletak di sepanjang uretra. Kelenjar ini menghasilkan cairan yang kental untuk membersihkan uretra dari residu urine. Setelah uretra bersih, barulah sperma (semen) dikeluarkan. Uretra merupakan saluran di dalam penis yang berfungsi sebagai saluran urine dan semen.

b. Alat Kelamin Luar

Alat kelamin luar pria berupa penis dan skrotum. Penis adalah organ yang berfungsi untuk kopulasi (persetubuhan). Kopulasi adalah penyimpanan sperma dari alat kelamin jantan (pria) ke alat kelamin betina (wanita). Penis terdiri atas jaringan seperti busa dan memanjang dari glans penis (kepala penis). Jika terdapat rangsangan, jaringan ini akan terisi darah sehingga penis menegang yang disebut ereksi.

Skrotum adalah sebuah struktur berupa kantung yang terdiri atas kulit tanpa lemak subkutan, dan berisi sedikit saluran otot. Di dalam skrotum terdapat testis yang berfungsi menghasilkan sperma.

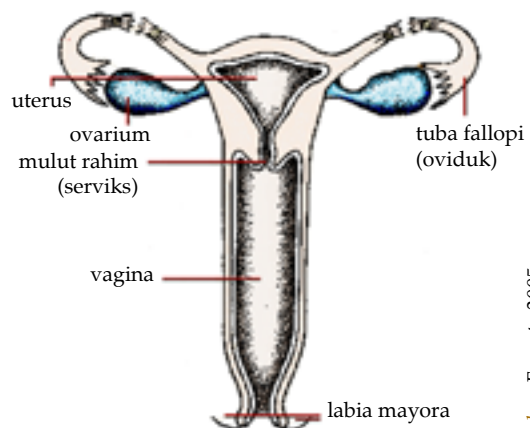
2. Alat Kelamin Wanita

Alat kelamin wanita menghasilkan ovum. Alat kelamin wanita ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu alat kelamin luar dan alat kelamin dalam.

a. Alat Kelamin Luar

Alat kelamin luar pada wanita dikenal sebagai vulva, yang terdiri atas:

- 1) Mons veneris, yaitu sebuah bantalan lemak yang terletak di depan simfisis pubis.
- 2) Labia mayora (bibir besar) adalah dua lipatan tebal yang membentuk sisi vulva. Labia minora (bibir kecil) adalah dua lipatan kecil dari kulit di antara bagian atas labia mayora.
- 3) Klitoris adalah sebuah jaringan erektile kecil yang serupa dengan penis laki-laki.
- 4) Kelenjar vestibularis mayor (bartholini) terletak tepat di belakang labia mayora, di setiap sisi kelenjar ini mengeluarkan lendir dan salurannya keluar antara himen dan labia minora. Himen dikenal sebagai selaput dara, yang merupakan selaput dari membran tipis, di tengahnya terdapat lubang tempat keluarnya darah menstruasi.



Gambar 2.3 Alat kelamin wanita

Sumber: Encarta 2005

b. Alat Kelamin Dalam

Alat kelamin dalam wanita terdiri atas vagina, uterus, oviduk, dan ovarium.

1) Vagina

Vagina adalah tabung berotot yang dilapisi membran dari jaringan epitel dan dialiri pembuluh darah. Panjang vagina adalah dari vestibula sampai serviks (mulut rahim). Vagina berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma dan berguna dalam proses kelahiran bayi.

2) Uterus (rahim)

Uterus adalah organ yang tebal, berotot, berbentuk buah pir, terletak di dalam pelvis antara rektum dan kandung kencing. Di dalam uterus terdapat otot yang disebut miometrium dan selaput lendir yang melapisi bagian dalamnya yang disebut endometrium. Sebagian besar permukaan luar uterus ditutupi oleh peritorium.

Di bagian bawah, uterus menyatu dengan vagina dan bagian atasnya menyatu dengan tuba fallopi. Uterus berfungsi sebagai tempat janin menempel, tumbuh, dan berkembang sampai proses kelahiran.

3) Oviduk (tuba fallopi)

Tuba fallopi disebut juga saluran telur, terdapat di sebelah kiri dan kanan bagian atas uterus. Panjangnya kira-kira 10 cm dan di bagian ujung dekat uterus menyempit. Pada bagian ujung tuba fallopi terdapat fimbriae (umbai), yang berfungsi menangkap sel telur saat ovulasi. Salah satu fimbriae menempel ke ovarium. Tuba fallopi berfungsi untuk mengantarkan ovum dari ovarium ke uterus.

4) Ovarium

Ovarium adalah organ yang berfungsi menghasilkan ovum. Ovarium memiliki bentuk seperti biji buah kenari, terletak di kanan dan kiri uterus, di bawah tuba fallopi. Ovarium berisi sejumlah besar ovum yang belum matang, yang disebut oosit primer atau folikel.

Setiap bulan, wanita mengalami pematangan sel folikel menjadi folikel de Graaf. Sel telur yang sudah matang (folikel de Graaf) akan terlepas dari folikel. Kejadian ini disebut ovulasi. Ovarium juga menghasilkan hormon estrogen dan progesteron.

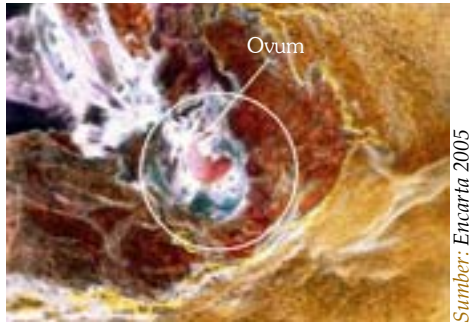
Pikirkanlah

Apa yang kamu ketahui tentang vasektomi? Ceritakanlah!

B. Gametogenesis

Gametogenesis adalah proses pembentukan gamet pada suatu individu. Gametogenesis dibagi menjadi dua macam,

yaitu spermatogenesis dan oogenesis. Spermatogenesis adalah proses pembentukan sel sperma. Sedangkan, oogenesis adalah pembentukan sel telur (ovum).



Gambar 2.4 Ovum

Pada saat gametogenesis berlangsung, terjadi pembelahan secara meiosis untuk mengurangi jumlah kromosom menjadi setengah dari kromosom induknya (n). Jika ovum dan sperma bersatu akan membentuk zigot yang memiliki kromosom $2n$.

1. Spermatogenesis

Spermatogenesis terjadi di dalam testis, yaitu di bagian tubulus seminiferus. Di setiap satu bagian tubulus terjadi beberapa tahapan yang berlangsung secara berurutan. Sperma yang dihasilkan di tubulus seminiferus adalah sperma muda yang memiliki banyak sitoplasma. Proses pendewasaannya terjadi di epididimis. Sperma ini dipelihara oleh sel sertoli.

Spermatogenesis dimulai dari pertumbuhan spermatogonium menjadi spermatosit primer. Sel-sel ini membelah secara mitosis menjadi dua spermatosit sekunder. Kemudian, spermatosit membelah secara meiosis menjadi empat spermatid yang sama besar. Spermatid merupakan gamet muda dan memiliki banyak protoplasma.

Setelah mengalami diferensiasi yang rumit, spermatid berubah menjadi sperma yang fungsional. Nukleus mengecil menjadi kepala sperma dan sebagian besar sitoplasma dibuang. Hal ini dilakukan agar sperma mudah bergerak. Sperma ini mengandung enzim yang memiliki peranan penting untuk menembus membran sel telur (ovum).

Spermatogenesis dipengaruhi oleh beberapa hormon, seperti *Follicle Stimulating Hormone* (FSH), *Luteinizing Hormone* (LH), dan hormon testosteron.

Pikirkanlah

Mengapa pada saat pendewasaan sperma, sebagian besar sitoplasma dibuang? Diskusikan dengan teman sebangku!



Gambar 2.5 Spermatozoa

a. FSH (*Follicle Stimulating Hormone*)

FSH dihasilkan oleh hipofisa anterior. Hormon ini berfungsi memacu pertumbuhan sperma. Pada wanita, FSH berfungsi memacu pertumbuhan sel telur.

b. LH (*Lutenizing Hormone*)

LH dihasilkan oleh hipofisa anterior. Hormon ini berfungsi merangsang sel-sel interstitial (sel leydig) untuk mensekresi hormon testosteron. Pada wanita, sel ini berfungsi untuk merangsang terjadinya ovulasi.

c. Hormon Testosteron

Hormon testosteron (androgen) dihasilkan oleh testis. Hormon ini berfungsi merangsang perkembangan organ seks primer pada saat embrio dan mendorong spermatogenesis. Selain itu, mempengaruhi perkembangan alat reproduksi dan ciri kelamin sekunder, seperti tumbuh bulu dan kumis, dan dada menjadi bidang.

Pikirkanlah

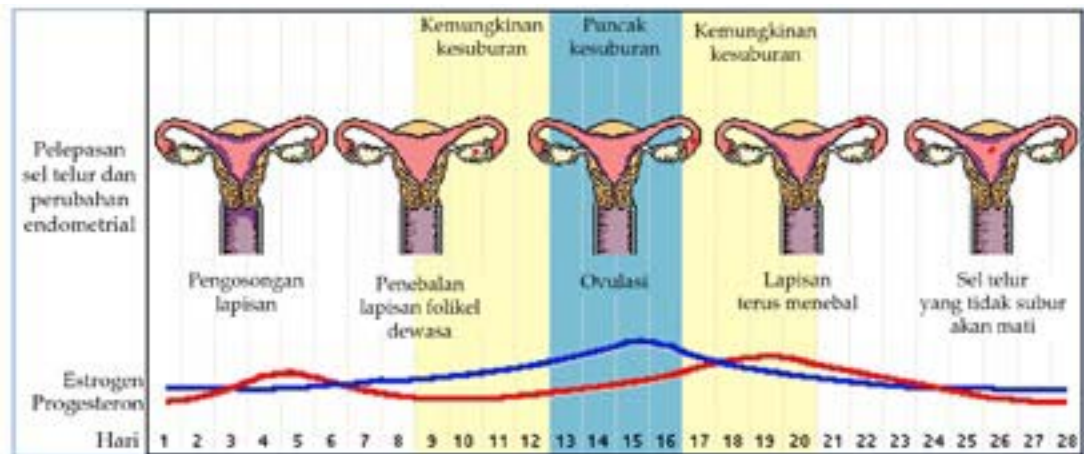
1. Apa perbedaan antara spermatogenesis dan oogenesis? Diskusikan dengan temanmu.
2. Hormon apa sajakah yang mempengaruhi proses oogenesis?

2. Oogenesis

Setelah memasuki masa pubertas, anak perempuan akan mengalami menstruasi. Hal ini menandakan alat reproduksinya mulai berfungsi. Oosit primer yang terbentuk melakukan pembelahan secara meiosis menghasilkan oosit sekunder dan satu badan polar. Kemudian, oosit sekunder membelah kembali menjadi ootid dan satu sel badan polar kedua. Sedangkan, badan polar I membelah menjadi dua badan polar. Menjelang terjadinya pelepasan inti sel telur dan sperma, ootid berkembang menjadi ovum. Ketiga badan polar yang menempel pada ovum mengalami degenerasi. Jadi, oogenesis menghasilkan satu sel ovum dan tiga badan polar.

C. Menstruasi

Sekarang, bagaimana terjadinya menstruasi? Setelah sel telur matang akan terjadi ovulasi. Ovum akan ditangkap fimbriae infundi-bulum. Apabila sel telur dibuahi, maka akan terjadi kehamilan. Tetapi, apabila tidak terjadi pembuahan, akan terjadi menstruasi. Menstruasi terjadi setiap bulan dan membentuk siklus menstruasi yang lamanya kira-kira 28 hari. 14 hari persiapan untuk ovulasi dan 14 hari persiapan endometrium untuk menerima ovum yang sudah dibuahi.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 2.6 Siklus menstruasi

Pada akhir siklus menstruasi, hipotalamus mengeluarkan hormon gonadotropin (FSH-RH) untuk merangsang hipofisi anterior mengeluarkan FSH (*Follicle Stimulating Hormone*). Pada awal siklus berikutnya, pada hari ke-14, folikel akan melanjutkan perkembangannya (oogenesis) yang dipengaruhi hormon FSH. Setelah terbentuk folikel degraaf (folikel matang) dan menghasilkan hormon estrogen. Masa perkembangan ini disebut fase folikel.

Hormon estrogen merangsang hipofisa anterior untuk mengeluarkan hormon LH dan menghambat pembentukan hormon FSH di hipofisa. LH berperan untuk merangsang terjadinya ovulasi, biasanya pada hari ke-14 dari siklus menstruasi. Waktu di sekitar terjadinya ovulasi ini disebut fase estrus. LH juga merangsang folikel yang kosong ini untuk membentuk korpus luteum.

Korpus luteum menghasilkan hormon progesteron yang berfungsi untuk mempersiapkan rahim agar bisa ditempati oleh embrio bila terjadi pembuahan. Fase ini disebut fase luteal. Progesteron juga berfungsi untuk menghambat pembentukan LH dan FSH.

Apabila tidak terjadi fertilisasi, produksi progesteron mulai menurun pada hari ke-26, korpus luteum akan mengecil, akhirnya menghilang. Hal ini menyebabkan lapisan endometrium luruh pada hari ke-28. Akibatnya, terjadi pendarahan yang disebut menstruasi. Umumnya, menstruasi terjadi selama satu minggu. Kemudian, dinding sel pulih kembali, FSH diproduksi kembali dan siklus dimulai lagi.

Info



Fertilisasi adalah peleburan antara sperma dan ovum.

D. Fertilisasi dan Kehamilan

Fertilisasi adalah peleburan antara sperma dan ovum. Fertilisasi terjadi di tuba fallopi. Saat fertilisasi berlangsung, hanya kepala sperma yang mengandung inti sel yang masuk ke dalam dinding sel telur, sedangkan ekornya tertinggal di luar.

Penggabungan sperma dan sel telur ini membentuk zigot. Zigot yang terbentuk bergerak menuju uterus sambil membelah diri menjadi dua, empat, delapan, dan seterusnya, pada saat embrio mencapai 32 sel dan memiliki bentuk seperti buah arbei, disebut morula.

Selanjutnya, morula berkembang menjadi blastula. Lalu, sel-sel bagian dalam membentuk bakal janin (embrioblas), dan sel-sel bagian luar membentuk trofoblas yang akan membentuk plasenta. Pada hari keenam, embrio tiba di uterus, kemudian membenamkan diri ke dinding uterus yang lunak, tebal, dan lembut serta mengandung sekret seperti air susu. Proses perlekatan embrio ke dinding sel ini disebut implantasi. Embrio terus tumbuh dan berkembang membentuk manusia yang seutuhnya, artinya kehamilan sedang berlangsung.

E. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Reproduksi

Kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi dapat disebabkan oleh fertilisasi atau karena serangan virus atau bakteri. Kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi, antara lain:

1. Kanker Leher Rahim

Kanker leher rahim adalah kanker yang menyerang leher rahim pada perempuan dewasa. Layaknya semua kanker, kanker leher rahim terjadi ditandai dengan adanya pertumbuhan sel-sel pada leher rahim yang tidak lazim (abnormal). Tetapi, sebelum sel-sel tersebut menjadi sel-sel kanker, terjadi beberapa perubahan yang dialami oleh sel-sel tersebut. Perubahan sel-sel tersebut biasanya memakan waktu sampai bertahun-tahun sebelum sel-sel tadi berubah menjadi sel-sel kanker.

Perubahan awal yang terjadi pada sel leher rahim tidak selalu merupakan suatu tanda-tanda kanker. Perubahan sel-sel kanker, selanjutnya dapat menyebabkan pendarahan di

antara masa menstruasi. Jika kamu mendapatkan tanda-tanda tersebut, sebaiknya kamu segera melakukan pemeriksaan ke dokter. Pada umumnya, setelah dilakukan pemeriksaan yang teliti, hasilnya tidak selalu positif kanker.

Seperti penyakit yang lain, jika perubahan awal dapat dideteksi seawal mungkin, tindakan pengobatan dapat diberikan sedini mungkin.

Beberapa hal yang dapat kamu lakukan untuk menghindari kanker leher rahim adalah:

- a) Melaporkan adanya gejala-gejala yang tidak normal, seperti adanya pendarahan di antara masa menstruasi.
- b) Tidak merokok. Data statistik melaporkan bahwa resiko terserang kanker leher rahim akan menjadi lebih tinggi jika wanita merokok.

2. Kanker Ovarium

Kanker ovarium adalah kanker yang menyerang ovarium, biasanya menyerang wanita yang sudah menopause. Kanker ovarium sebagian besar berbentuk tumor kistik dan sebagian kecil berbentuk tumor padat. Beberapa faktor resiko yang penting sebagai penyebab kanker ovarium adalah wanita nullipara, yaitu melahirkan anak pertama pada usia di atas 35 tahun.

Tidak ada upaya pencegahan khusus yang dapat dilakukan agar terhindar dari penyakit ini. Upaya yang bisa dilakukan adalah untuk mengetahui secara dini penyakit ini sehingga pengobatan yang dilakukan memberikan hasil yang baik dengan komplikasi yang minimal.

3. Kanker Prostat

Kanker prostat adalah penyakit kanker yang menyerang kelenjar prostat, dimana sel-sel kelenjar prostat tumbuh secara abnormal sehingga mendesak dan merusak jaringan sekitarnya. Prostat adalah kelenjar seks pada pria yang berukuran kecil, terletak di bawah kandung kemih dan mengelilingi saluran kencing.

Penyebab kanker prostat belum diketahui secara pasti, tetapi ada beberapa hal yang dapat meningkatkan resiko seseorang untuk terkena kanker prostat, yaitu usia dan riwayat keluarga. Hormon dan diet tinggi lemak juga disebutkan sebagai faktor resiko kanker prostat, walaupun kaitannya belum jelas.



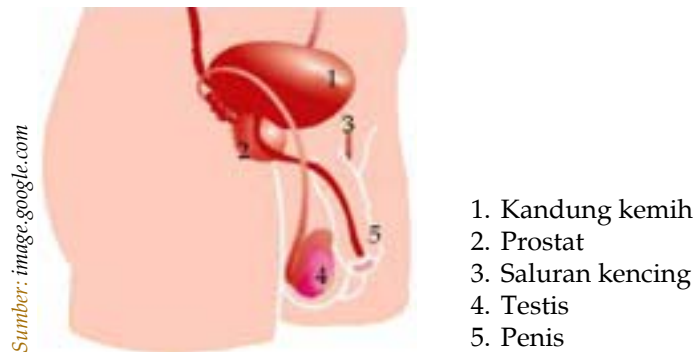
Sumber: Encarta 2005



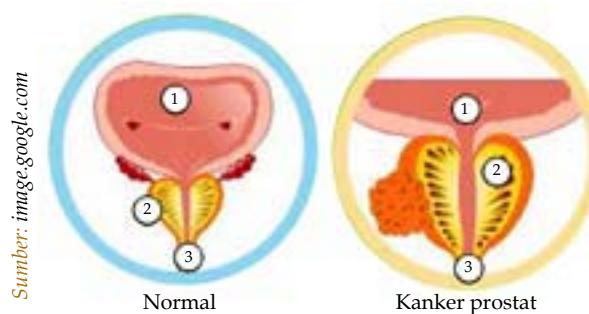
Paul Ehrlich adalah ahli bakteriologi dari Jerman yang memenangkan hadiah Nobel pada 1908 dalam bidang fisiologi dan obat. Ehrlich mengembangkan teori pokok yang menjelaskan ilmu kimia tentang sistem imun (kekebalan tubuh) dan sejumlah perawatan secara kimia untuk penyakit. Pada 1909, Paul Ehrlich menemukan perawatan efektif untuk yang pertama kalinya, yaitu senyawa arsenik yang mengandung campuran Salvarsan.

Gejala kanker prostat di antaranya adalah:

- a) Sering buang air kecil atau sulit buang air kecil.
- b) Urine berdarah.
- c) Nyeri pinggul atau punggung.



Gambar 2.7 Letak kelenjar prostat



Gambar 2.8 Kanker prostat

4. Endometriosis

Endometriosis adalah penyakit pada sistem reproduksi wanita karena jaringan endometrium tumbuh di luar rahim. Dalam keadaan normal, endometrium hanya ditemukan di dalam lapisan rahim.

Endometriosis dapat diturunkan dan lebih sering ditemukan pada keturunan pertama (ibu, anak perempuan, saudara perempuan). Faktor lain yang meningkatkan resiko terjadinya endometriosis adalah memiliki rahim yang abnormal, melahirkan pertama kali pada usia di atas 30 tahun, dan kulit putih.

Endometriosis dapat menyebabkan hal-hal berikut:

- a) Nyeri di perut bagian bawah dan di daerah panggul.
- b) Menstruasi yang tidak teratur.
- c) Kemandulan.

Endometriosis dapat diobati dengan beberapa cara, tergantung kepada tingkat penyakitnya. Pilihan pengobatan untuk endometriosis di antaranya adalah:

- a) Obat-obatan yang menekan aktivitas ovarium dan memperlambat pertumbuhan jaringan endometrium.
- b) Pembedahan untuk membuang sebanyak mungkin endometriosis.
- c) Kombinasi obat-obatan dan pembedahan.
- d) Histerektomi, seringkali disertai dengan pengangkatan tuba fallopi dan ovarium.

5. Sifilis (Raja Singa)

Sifilis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*. Penyakit ini menular lewat hubungan seks bebas. Gejala-gejalanya adalah timbul luka pada kemaluan, kelainan saraf, jantung, pembuluh darah, dan kulit.

6. Gonorrhoe (Kencing Nanah)

Penyakit gonorrhoe adalah penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri *Neisserria gonorrhoeae*. Gejalanya adalah keluar cairan berwarna putih, rasa nyeri saat buang air kecil, mulut uretra pria biasanya bengkak dan agak merah.

7. Herpes Genitalis

Penyakit herpes genitalis disebabkan oleh virus Herpes simpleks. Gejala-gejalanya adalah munculnya bintil-bintil berkelompok pada kemaluan yang hilang dan timbul, tetapi akhirnya menetap seumur hidup.

8. Condiloma Accuminata

Penyakit condiloma accuminata disebabkan oleh virus Human papilloma. Gejalanya adalah timbulnya kutil yang dapat membesar di mulut rahim yang bisa menimbulkan kanker rahim.

9. Hamil Anggur (Mola Hidatidosa)

Hamil anggur merupakan suatu kehamilan yang tidak berisi janin, tetapi gelembung-gelembung mola dan bekuan darah. Hamil anggur terjadi akibat kegagalan pembentukan bakal janin, sehingga terbentuk jaringan permukaan membran mirip gerombolan buah anggur.

Menurut dr. Etisa Adi Murbawani, penyebab pasti hamil anggur belum diketahui, tetapi diduga pencetusnya

antara lain kekurangan gizi dan gangguan peredaran darah rahim.

10. Infertilitas

Infertilitas adalah ketidaksuburan yang dapat terjadi pada pria maupun wanita. Pada wanita, ketidaksuburan disebabkan oleh tersumbatnya tuba fallopi, menstruasi tidak teratur, kelainan pada lendir leher rahim, dan obesitas. Sedangkan, pada pria karena adanya penyakit seperti impotensi, ejakulasi dini, dan rusaknya testis.

Menguji Diri



1. Sebutkan organ-organ reproduksi pada pria!
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi organ reproduksi pada wanita!
3. Apa perbedaan antara spermatogenesis dan oogenesis? Jelaskan!
4. Jelaskan proses terjadinya menstruasi!
5. Sebutkan jenis-jenis penyakit pada sistem reproduksi manusia! Jelaskan penyebabnya!

Aktivitas Siswa

Carilah artikel tentang kanker yang menyerang organ reproduksi. Kemudian, diskusikan hasilnya dengan teman sekelompokmu. Selanjutnya, kumpulkan hasilnya ke guru untuk dinilai.



Kilas Materi

- Alat kelamin pria berfungsi menghasilkan spermatozoa dan alat kelamin wanita menghasilkan ovum.
- Alat kelamin pria terdiri dari testis, saluran reproduksi, kelenjar kelamin, penis, dan skrotum.
- Vas deferens adalah sebuah saluran dari bagian bawah epididimis mengarah ke atas, kemudian melingkar dan salah satu ujungnya berakhir pada kelenjar prostat.
- Vesikula seminalis adalah kantung sperma berupa dua buah kelenjar tubulus yang terletak di kanan dan kiri di belakang kandung kemih.

- Alat kelamin pada wanita terdiri dari mons veneris, labia mayora, klitoris, kelenjar vestibularis mayor (bartholini), vagina, uterus, oviduk, dan ovarium.
- Spermatogenesis adalah proses pembentukan sel sperma, sedangkan oogenesis adalah pembentukan sel telur (ovum).
- Spermatogenesis dipengaruhi oleh *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH).
- Menstruasi adalah pendarahan yang terjadi akibat meluruhnya lapisan endometrium karena tidak terjadi fertilisasi.
- Implantasi adalah proses perlekatan embrio ke dinding sel.
- Kelainan atau penyakit pada sistem reproduksi dapat disebabkan oleh fertilisasi atau karena serangan virus atau bakteri.

Refleksi

Reproduksi merupakan kegiatan makhluk hidup untuk menghasilkan keturunan agar spesiesnya tidak mengalami kepunahan. Setelah mempelajari sistem reproduksi pada manusia, coba kamu jelaskan kembali macam-macam organ reproduksi pada manusia dan fungsinya! Selain itu, jelaskan pula peristiwa-peristiwa yang berkaitan dengan reproduksi pada manusia! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari sistem reproduksi pada manusia sehingga kamu dapat menerapkan dalam kehidupan sehari-hari?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Di bawah ini adalah alat kelamin pria, kecuali
 - a. testis
 - b. penis
 - c. epididimis
 - d. serviks
2. Ovum yang diovulasikan ovarium akan ditangkap oleh
 - a. serviks
 - b. uterus
 - c. corpus luteum
 - d. fimbriae
3. Pada saat kehamilan, proses implantasi terjadi di
 - a. serviks
 - b. uterus
 - c. vagina
 - d. fimbriae
4. Proses pendewasaan sperma terjadi di
 - a. testis
 - b. penis
 - c. epididimis
 - d. vas deferens
5. Hormon pada pria adalah
 - a. estrogen
 - b. testosteron
 - c. progesteron
 - d. prolaktin
6. Hormon yang berfungsi untuk menjaga kehamilan adalah
 - a. FSH
 - b. progesteron
 - c. estrogen
 - d. prolaktin
7. Hormon yang merangsang terjadinya ovulasi adalah
 - a. FSH
 - b. estrogen
 - c. LH
 - d. progesteron
8. Hormon yang memacu spermatogenesis adalah
 - a. FSH
 - b. progesteron
 - c. testosteron
 - d. LH
9. Virus *Human papiloma* dapat menyebabkan penyakit
 - a. herpes
 - b. sifilis
 - c. gonorrhoe
 - d. condilloma accuminata
10. *Treponema pallidum* dapat menyebabkan penyakit
 - a. herpes
 - b. sifilis
 - c. gonorrhoe
 - d. condilloma accuminata

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa sajakah alat reproduksi pada wanita dan pria? Jelaskan fungsinya!
2. Apa yang dimaksud dengan spermatogenesis dan oogenesis?
3. Apa yang dimaksud dengan fertilisasi dan ovulasi? Jelaskan!
4. Bagaimana proses terjadinya menstruasi? Jelaskan!
5. Apa sajakah penyakit yang menyerang organ reproduksi? Jelaskan!



1. Agar dapat membuahi sel telur, sperma harus dapat bertahan hidup sampai ke tempat sel telur. Sebutkan faktor-faktor yang menunjang kelangsungan hidup sperma sehingga dapat membuahi sel telur!
2. Jelaskan kembali dengan bahasamu sendiri bagaimana proses menstruasi terjadi!
3. Apa yang terjadi jika sistem reproduksi seseorang mengalami kelainan? Diskusikan dengan teman sekelompokmu!

Bab 3

Sistem Koordinasi dan Alat Indera pada Manusia

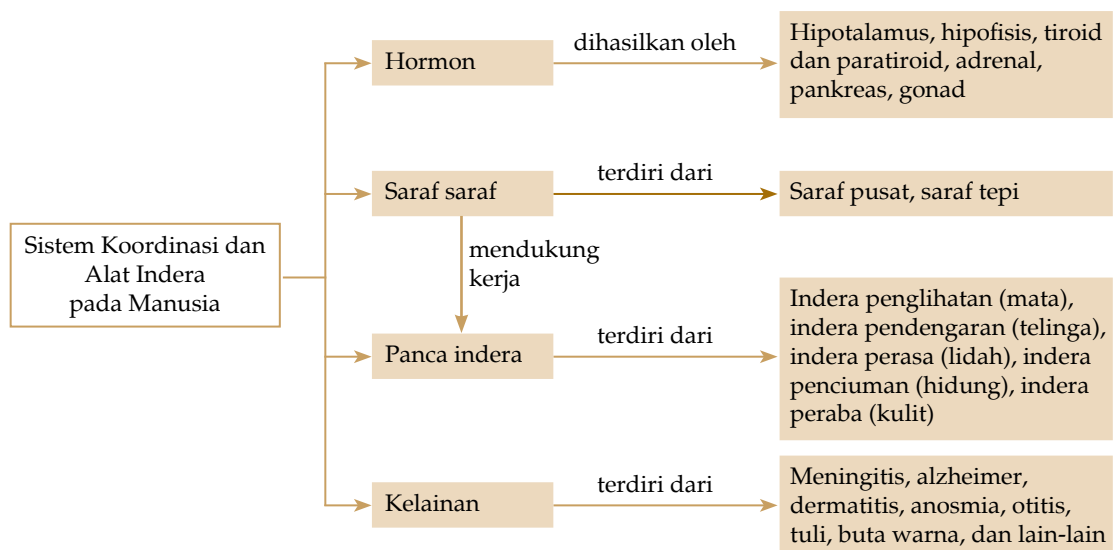


Gambar 3.1
Berkomunikasi dengan teman

Dalam berkomunikasi dengan teman, kita membutuhkan peran sistem koordinasi dan alat indera. Apa saja yang termasuk sistem koordinasi dan alat indera pada manusia? Apa fungsinya? Kelainan apa saja yang dapat terjadi pada sistem koordinasi dan alat indera manusia? Pelajarilah bab ini agar kamu dapat menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan bentuk organ penyusun sistem koordinasi dan alat indera pada manusia, mendeskripsikan fungsinya, dan menjelaskan kelainan atau penyakit pada sistem koordinasi dan alat indera manusia.

Peta Konsep



Pernahkah kamu menginjak benda yang panas? Tanpa kamu sadari, kamu langsung menarik kakimu. Mengapa hal ini terjadi? Hal ini terjadi karena kamu memiliki sistem saraf yang berfungsi untuk merespons rangsangan dan melaporkannya ke otak.

Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi tubuh. Selain sistem saraf, terdapat sistem hormon yang mengendalikan sistem fisiologis tubuh. Sistem saraf berhubungan erat dengan alat indera manusia. Misalnya, ketika kamu menyentuh batang bunga yang berduri, kamu terlebih dahulu melihat batang tersebut dengan mata. Kemudian, kamu menyentuh duri tersebut, lalu kamu terkejut karena duri tersebut melukai kulitmu. Dari responmu tersebut pun sistem saraf telah bekerja.

A. Sistem Saraf

Sistem saraf disusun oleh satuan terkecil yang disebut sel saraf. Sistem saraf terdiri atas otak, sumsum tulang belakang, dan saraf (neuron). Fungsi sistem saraf adalah sebagai pengatur koordinasi alat-alat tubuh dan sebagai pusat kesadaran, kemauan, dan pikiran.

1. Sel Saraf

Sel saraf atau neuron merupakan unit dasar dari sistem saraf. Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibagi menjadi dua macam, yaitu neuron dan neuroglia. Neuron berfungsi sebagai pembawa impuls dari organ ke saraf pusat atau sebaliknya. Sedangkan, neuroglia berperan untuk mendukung neuron melaksanakan tugasnya dengan baik.

Neuron terdiri atas tiga bagian, yaitu: badan sel, dendrit, dan neurit. Badan sel memiliki sebuah inti dan di dalam sitoplasmanya terdapat butir-butir Nissl yang mengandung RNA. Butir-butir Nissl ini berfungsi untuk mensintesis protein.

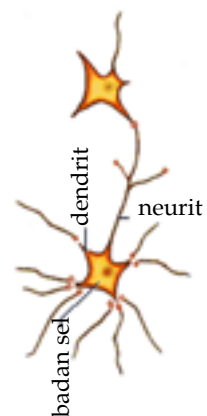
Dendrit berfungsi untuk menyampaikan impuls (rangsangan) menuju badan sel. Sedangkan, neurit berfungsi menyampaikan informasi dari badan sel ke sel lainnya. Pertemuan antara neurit dengan dendrit disebut sinapsis.

Di dalam neurit terdapat serabut-serabut halus yang disebut neurofibril. Neurofibril diselubungi oleh selaput mielin yang berfungsi melindungi dan memberi makan neurit. Pada tempat tertentu, terdapat penyempitan yang tidak diselubungi selaput mielin, disebut nodus ranvier.



Sumber: image.google.co.id

Gambar 3.2
Berbagai kegiatan yang membutuhkan sistem koordinasi dan alat indera



Sumber: image.google.co.id

Gambar 3.3
Neuron

Pikirkanlah

Mengapa ketika tangan kita memegang sesuatu yang panas, kita langsung mengangkat tangan kita dari benda tersebut? Kemukakan pendapatmu!

Berdasarkan struktur dan fungsinya, terdapat tiga macam sel saraf, yaitu sel saraf sensorik, motoris, dan konektor (interneuron).

a. Neuron Sensorik

Neuron sensorik (neuron aferen) berfungsi untuk menghantarkan impuls dari indera ke sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang).

b. Neuron Motoris

Neuron motoris (neuron eferen) berfungsi untuk menghantar impuls dari sistem saraf pusat ke kelenjar atau otot.

c. Neuron Konektor (Interneuron)

Interneuron berfungsi untuk meneruskan impuls (rangsangan) dari neuron sensorik ke neuron motoris. Interneuron merupakan sel saraf yang memiliki banyak dendrit dan akson (multipolar).

Info



Gerak adalah suatu aktivitas tubuh karena adanya rangsangan oleh saraf.

2. Gerak Biasa dan Gerak Refleks

Gerak adalah suatu aktivitas tubuh karena adanya rangsangan oleh saraf. Gerak dibagi menjadi dua macam, yaitu gerak biasa dan gerak refleks. Gerak biasa adalah gerak yang dilakukan dengan kesadaran. Sedangkan, gerak refleks dilakukan di luar kesadaran. Gerak refleks sangat dibutuhkan untuk menghindari bahaya.

Berdasarkan letak neuron penghubung (neuron konektor), gerak refleks dibagi menjadi dua macam, yaitu refleks otak dan refleks tulang belakang. Jika neuron konektornya terletak di otak disebut refleks otak. Contohnya, gerakan pupil mata yang menyempit dan melebar karena terkena rangsangan cahaya. Jika neuron konektornya terletak di sumsum tulang belakang disebut refleks sumsum tulang belakang. Contohnya, gerakan lutut yang tidak disengaja.

3. Sistem Saraf Pusat dan Saraf Tepi

Sistem saraf dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem saraf pusat dan saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sedangkan, sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf sadar (saraf kraniospinal) dan saraf tak sadar (saraf otonom).

a. Sistem Saraf Pusat

Sistem saraf pusat merupakan pusat pengaturan informasi. Seluruh aktivitas tubuh dikendalikan oleh sistem saraf pusat. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak dilindungi oleh tengkorak dan sumsum tulang belakang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang.

Otak dan sumsum tulang belakang dibungkus oleh selaput meningia yang melindungi sistem saraf halus, membawa pembuluh darah, dan dengan mensekresi sejenis cairan yang disebut cairan serebrospinal, selaput meningia dapat memperkecil benturan dan guncangan. Meningia terdiri atas tiga lapisan, yaitu piamater, arachnoid, dan duramater.

1) Otak

Otak merupakan pusat saraf yang terletak di dalam rongga tengkorak. Otak manusia terdiri atas dua belahan, yaitu otak kiri dan kanan. Otak kiri mengendalikan tubuh bagian kanan. Sebaliknya, otak kanan mengendalikan tubuh bagian kiri. Hal ini terjadi karena pindah silang pada jalur-jalur spinal. Otak dibagi menjadi empat bagian, yaitu otak besar, otak tengah, otak kecil, dan sumsum lanjutan.

a) Otak besar (*cerebrum*)

Otak besar pada manusia dewasa memiliki volume sekitar $\pm 1500 \text{ cm}^3$. Permukaan otak berlipat-lipat sehingga dapat memuat jutaan neuron. Bagian luar otak berisi neuron sehingga berwarna kelabu (*substansia grisea*). Sedangkan, otak bagian dalam berisi neurit dan dendrit sehingga berwarna putih (*substansia alba*).

Otak besar merupakan pusat ingatan, kesadaran, kecerdasan, dan kemauan. Selain itu, otak besar juga merupakan sumber semua kegiatan yang manusia sadari.

Otak besar terbagi menjadi empat bagian, yaitu:

- 1) bagian depan : pusat gerakan otot
- 2) bagian tengah : pusat perkembangan ingatan dan kecerdasan
- 3) bagian samping : pusat pendengaran
- 4) bagian belakang : pusat penglihatan



Sumber: Encarta 2005

Gambar 3.4
Bagian-bagian otak manusia



Otak besar merupakan pusat ingatan, kesadaran, kecerdasan, dan kemauan.

b) *Otak tengah (mesensefalon)*

Otak tengah merupakan bagian otak yang terletak di antara pons vasoli dan diensefalon. Otak tengah berhubungan dengan sistem penglihatan dan pendengaran.

Di bagian depan dari otak tengah terdapat:

- 1) Talamus, yaitu bagian yang menjalankan pemisahan pertama impuls yang tiba dan mengarahkan impuls ke bagian cerebrum yang berbeda, serta mengarahkan sebagian dari impuls ke sumsum tulang belakang.
- 2) Hipotalamus, yaitu bagian yang mengatur suhu tubuh, selera makan, dan keseimbangan cairan tubuh.

c) *Otak kecil (cerebelum)*

Otak kecil terletak di bawah otak besar, di dalam rongga tengkorak bagian belakang. Fungsi otak kecil adalah untuk mengatur keseimbangan tubuh, posisi tubuh, dan gerakan otot yang disadari. Bagian kiri dan bagian kanan otak kecil dihubungkan oleh suatu penghubung yang disebut jembatan varol, seperti otak besar. Bagian luar otak kecil (korteks) berwarna kelabu dan bagian dalam (medula) berwarna putih.

d) *Sumsum lanjutan (medula oblongata)*

Sumsum lanjutan terdapat di muka otak kecil dan di bawah otak besar, dan merupakan perpanjangan dari sumsum tulang belakang. Bagian dalamnya berisi neuron sehingga berwarna kelabu. Sedangkan, bagian luarnya berwarna putih karena berisi neurit dan dendrit. Fungsi sumsum lanjutan adalah sebagai pengatur pernapasan, gerakan jantung, dan gerak alat pencernaan.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4-5 orang. Gunakanlah alat peraga sistem saraf pusat untuk menunjukkan letak otak dan sumsum tulang belakang. Catatlah hal-hal penting yang perlu diketahui. Kemudian, presentasikan di kelas. Berikan waktu kepada kelompok lain untuk mengomentari hasil presentasi kelompokmu. Manfaat apa yang kamu peroleh dengan melakukan diskusi kelompok tadi?

2) *Sumsum tulang belakang (medula spinalis)*

Sumsum tulang belakang dilindungi atau berada di dalam ruas-ruas tulang belakang. Bagian luarnya berwarna putih dan bagian dalam berwarna kelabu. Sumsum tulang

belakang terletak memanjang dari ruas-ruas leher sampai ruas pinggang yang kedua. Selaput otak juga menyelimuti sumsum tulang belakang.

Fungsi sumsum tulang belakang, yaitu:

- a) Pusat perantara antara susunan saraf tepi dan otak.
- b) Menghantarkan impuls menuju atau dari otak.
- c) Mengatur gerak refleks tubuh.

Penampang melintang sumsum tulang belakang terlihat seperti gambar kupu-kupu dengan warna kelabu, berisi neuron. Rangsang disampaikan ke otot lewat serabut saraf sensorik. Sedangkan, tanggapan dari pusat ke efektor disampaikan lewat serabut saraf motorik. Serabut saraf tersebut terdapat di sumsum tulang belakang.

b. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf sadar dan sistem saraf tidak sadar. Sistem saraf sadar meliputi sistem saraf kepala (kranial). Sedangkan, sistem saraf tidak sadar dibagi menjadi dua macam, yaitu saraf simpatik dan parasimpatik.

1) Sistem saraf sadar

Sistem saraf sadar (kraniospinal) merupakan saraf yang mengatur gerakan yang dilakukan secara sadar. Sistem saraf sadar dibagi menjadi dua macam, yaitu kranial dan spinal.

Sistem saraf kranial atau kepala disusun oleh 42 pasang saraf yang keluar dari otak. Saraf kranial berhubungan dengan reseptor dan efektor untuk daerah kepala. Sedangkan, saraf spinal disusun oleh 31 pasang saraf yang keluar dari sumsum tulang belakang.

2) Sistem saraf tak sadar (saraf otonom)

Sistem saraf otonom dibagi menjadi dua bagian, yaitu saraf simpatik dan parasimpatik yang memiliki susunan dan fungsi yang khas.

a) Sistem saraf simpatik

Sistem saraf simpatik terdiri atas serangkaian urat kembar berupa ganglion-ganglion yang tersebar di beberapa daerah, seperti daerah leher, daerah dada, daerah pinggang, dan daerah pelvis.

Serabut saraf simpatik berfungsi untuk merangsang kerja otot jantung, otot-otot tak sadar semua pembuluh darah, dan semua alat-alat dalam, seperti lambung, pankreas,

Pikirkanlah



Mengapa penampang sumsum tulang belakang terlihat seperti gambar kupu-kupu dengan warna kelabu? Dapatkah kamu menjelaskannya? Kemukakan pendapatmu!

dan usus. Selain itu, merangsang serabut motorik sekretorik pada kelenjar keringat dan mempertahankan tonus semua otot, termasuk tonus otot sadar.

b) *Sistem saraf parasimpatik*

Susunan saraf parasimpatik berupa jaringan susunan saraf yang berhubungan dengan ganglion-ganglion yang tersebar di seluruh tubuh. Sistem saraf parasimpatik memiliki fungsi kebalikan dari saraf simpatik.

I

Info



Sistem kerja hormon berdasarkan mekanisme umpan balik. Artinya, kekurangan atau kelebihan hormon tertentu dapat mempengaruhi produksi hormon yang lain.

B. Hormon

Hormon berasal dari bahasa Yunani yang berarti merangsang. Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin langsung disekresikan ke dalam darah karena tidak memiliki saluran sendiri.

Sistem kerja hormon berdasarkan mekanisme umpan balik. Artinya, kekurangan atau kelebihan hormon tertentu dapat mempengaruhi produksi hormon yang lain. Hal ini disebut homeostasis, yang berarti seimbang.

Di dalam tubuh manusia terdapat tujuh kelenjar endokrin yang penting, yaitu hipotalamus, hipofisis, tiroid, paratiroid, kelenjar adrenal, pankreas, dan kelenjar gonad (ovarium atau testis).

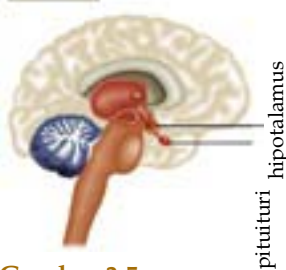
1. Hipotalamus

Hipotalamus merupakan bagian dari otak. Salah satu fungsi hipotalamus adalah menghasilkan hormon yang disebut neurohormon. Neurohormon merupakan hormon pelepas yang disekresikan ke dalam darah menuju hipofisis. Neurohormon ini merangsang hipofisis mengeluarkan hormon yang sesuai. Contohnya, hormon pelepas tirotrofik (TRF) yang berfungsi merangsang hipofisis anterior agar mengeluarkan hormon *Tirotrofik Stimulating Hormone* (TSH).

Neurohormon tidak hanya bekerja sebagai stimulan atau perangsang, ada juga yang bekerja sebagai penghambat. Contohnya, *Prolactin Inhibitin Factor* (PIF) yang menghambat pengeluaran prolaktin.

2. Hipofisis

Hipofisis (kelenjar pituitari) merupakan kelenjar yang terletak di dasar otak, sebesar kacang ercis. Kelenjar ini terdiri atas tiga lobus, yaitu anterior, intermediet, dan posterior. Lobus intermediet terdapat dalam kelenjar pituitari bayi, pada orang dewasa hanya merupakan sisa.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 3.5
Letak hipotalamus dan pituituri

Hipofisis memegang peranan penting dalam koordinasi kimia tubuh. Sering disebut *master of gland* karena sekresinya mengontrol kegiatan kelenjar endokrin lainnya.

3. Kelenjar Tiroid dan Paratiroid

Kelenjar tiroid terletak di leher manusia, sedangkan kelenjar paratiroid terletak tepat di belakang kelenjar tiroid. Kelenjar paratiroid kadang-kadang ditemukan di mediastinum. Kelenjar tiroid menghasilkan hormon tiroksin yang mempengaruhi proses metabolisme, pertumbuhan, dan untuk distribusi garam (yodium). Kekurangan hormon tiroid dapat menyebabkan kretinisme, bahkan pada orang dewasa dapat menyebabkan miksedema.

4. Kelenjar Adrenal (Anak Ginjal)

Kelenjar adrenal (anak ginjal) terdapat di bagian atas ginjal. Kelenjar adrenal dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian luar yang disebut korteks dan bagian dalam yang disebut medula.

Korteks adrenal mengeluarkan hormon glukokortikoid, yaitu kortisol dan kortikosteron yang berfungsi membantu pengolahan lemak dan protein menjadi glukosa. Hormon ini menyebabkan kadar gula dalam darah naik. Organ yang menjadi sasaran utama respons ini adalah hati.

Medula adrenal menghasilkan adrenalin untuk meningkatkan kerja jantung sehingga tekanan darah meningkat, kadar gula dan laju metabolisme meningkat, bronkus membesar, dan pupil mata membesar. Selain itu, medula juga menghasilkan noradrenalin yang menyebabkan arteriol berkontraksi sehingga tekanan darah meningkat.

5. Kelenjar Pankreas

Dalam pankreas terdapat sekelompok kecil sel yang disebut pulau langerhaus. Pulau-pulau ini kaya akan pembuluh-pembuluh darah dan berfungsi menghasilkan hormon insulin untuk mengatur kadar glukosa dalam darah. Kekurangan hormon insulin akan menyebabkan penyakit diabetes melitus.

6. Kelenjar Gonad

Gonad berfungsi sebagai penghasil sel-sel kelamin, selain itu juga berfungsi menghasilkan hormon. Gonad pada wanita (ovarium) menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Estrogen berfungsi dalam perkembangan ciri-ciri

Pikirkanlah

Kelenjar endokrin apa sajakah yang dikontrol oleh hipofisis? Kemukakan pendapatmu!

Info



Gonad berfungsi sebagai penghasil sel-sel kelamin, selain itu juga berfungsi menghasilkan hormon. Gonad pada wanita (ovarium) menghasilkan hormon estrogen dan progesteron. Gonad pada pria (testis) menghasilkan hormon testosteron.

kelamin sekunder di awal masa remaja. Sedangkan, hormon progesteron berfungsi untuk memelihara kehamilan.

Gonad pada pria (testis) menghasilkan hormon testosteron. Hal ini dimulai pada permulaan masa remaja. Testosteron berfungsi memicu perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder.

Info



Panca indera adalah organ-organ yang dikhususkan untuk menerima jenis rangsangan tertentu.

C. Panca Indera

Panca indera adalah organ-organ yang dikhususkan untuk menerima jenis rangsangan tertentu. Panca indera pada manusia adalah indera penglihatan, indera pendengaran, indera peraba, indera perasa, dan indera penciuman.

1. Indera Penglihatan (Mata)

Mata merupakan indera penglihatan yang dibentuk untuk menerima rangsangan berkas-berkas cahaya pada retina. Kemudian, rangsangan ini dialihkan ke pusat penglihatan melalui serabut-serabut nervus optikus untuk ditafsirkan.

a. Struktur Mata

Mata manusia berbentuk agak bulat, dilapisi oleh tiga lapis jaringan yang berlapis, yaitu lapisan luar, lapisan tengah, dan lapisan dalam mata.

1) Lapisan luar mata (lapisan sklera)

Lapisan sklera sangat kuat dan berwarna putih. Di lapisan ini terdapat kornea yang bening, yang menerima cahaya masuk ke bagian dalam mata dan membelokkan berkas cahaya sedemikian rupa sehingga dapat difokuskan.

2) Lapisan tengah mata (lapisan koroid)

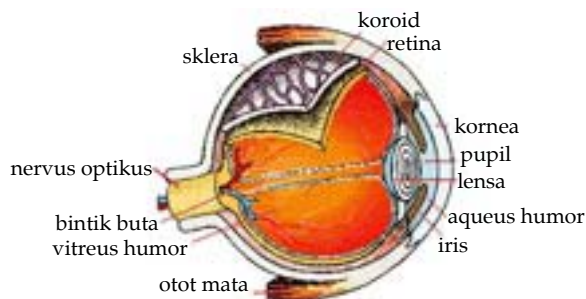
Lapisan koroid berpigmen melanin dan mengandung banyak pembuluh darah. Lapisan ini berfungsi untuk menghentikan refleksi berkas cahaya yang menyimpang di dalam mata. Lapisan koroid membentuk iris.

3) Lapisan dalam mata (retina)

Retina terdiri atas reseptor cahaya yang sesungguhnya, yaitu berbentuk batang dan kerucut. Pada bagian lapisan retina yang dilewati berkas saraf ke otak tidak memiliki reseptor dan tidak peka terhadap sinar. Oleh karena itu, daerah ini disebut bintik buta.

Struktur mata mulai dari depan ke belakang, adalah sebagai berikut.

- 1) Kornea merupakan bagian depan mata yang transparan dan tembus cahaya. Kornea berfungsi membantu memfokuskan bayangan pada retina.
- 2) Iris adalah tirai berwarna di depan lensa yang bersambung dengan selaput koroid. Iris berfungsi mengecilkan atau membesarkan ukuran pupil. Iris menentukan warna mata.
- 3) Pupil merupakan bintik tengah iris mata dan merupakan celah dalam iris yang dilalui cahaya untuk mencapai retina.
- 4) Aqueus humor merupakan cairan yang berasal dari badan siliari dan diserap kembali ke dalam aliran darah pada sudut antara iris dan kornea melalui vena halus yang dikenal sebagai saluran schlemm.
- 5) Lensa adalah sebuah benda transparan bikonveks (cembung pada kedua sisi). Lensa terletak persis di belakang iris.
- 6) Vitreus humor merupakan cairan berwarna putih seperti agar-agar. Cairan ini berfungsi untuk memberi bentuk dan kekokohan pada mata. Selain itu, berfungsi juga untuk mempertahankan hubungan antara retina dengan selaput koroid.



Sumber: Encarta 2005

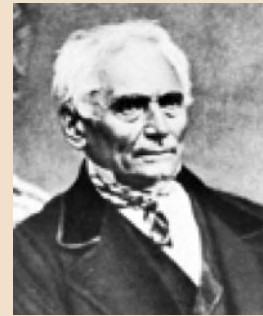
Gambar 3.6 Struktur mata

b. Reseptor Mata

Reseptor penglihatan mata ialah sel batang dan sel kerucut, yaitu sel-sel yang tersusun rapat di bawah permukaan retina.

1) Sel batang

Sel batang berfungsi untuk penglihatan dalam cahaya suram, tetapi tidak mampu membedakan warna. Agar cahaya dapat diserap, pada sel batang terdapat pigmen yang



Johanes Evangelista Purkinje (1787-1869), adalah ahli fisiologi dari Ceko yang mempelopori bidang histologi, embriologi, farmakologi, dan cara kerja mata, jantung, dan otak. Ia dilahirkan di Libochovice dan menempuh studi di University of Prague. Ia menjadi profesor fisiologi di University of Breslau dan terakhir di University of Prague. Dalam bidang histologi, ia menemukan kelenjar peluh, neuron pada otak besar yang disebut sel purkinje, serabut otot pada bilik jantung, dan sel telur manusia. Ia juga menyelidiki tentang struktur, fungsi, dan penyakit mata.

Pikirkanlah !

Apa yang akan terjadi jika sel kerucut pada mata seseorang mengalami kerusakan? Jelaskan!

disebut rodopsin. Untuk pembentukan rodopsin diperlukan vitamin A. Jika kamu kekurangan vitamin A, rodopsin yang dihasilkan sedikit sehingga kamu tidak bisa melihat dalam gelap atau yang disebut buta senja.

2) Sel kerucut

Sel kerucut sangat peka terhadap intensitas cahaya tinggi sehingga berperan untuk penglihatan pada siang hari dan dapat membedakan warna. Satu sel kerucut hanya menyerap satu macam warna. Pada mata terdapat tiga sel kerucut yang masing-masing menyerap warna merah, hijau, dan biru.

c. Otot pada Mata

Mata memiliki enam otot penggerak mata, empat di antaranya lurus, sementara yang dua lagi agak serong. Aksi otot-otot ini memungkinkan bola mata diputar ke segala arah. Biasanya, sumbu kedua mata mengarah serentak pada satu titik yang sama. Jika mata tidak dapat mengarah secara serentak lagi, mata mengalami kelainan yang disebut juling.

2. Indera Pendengaran (Telinga)

Telinga merupakan organ pendengaran. Telinga terdiri atas tiga bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan rongga telinga dalam.

a. Telinga Luar

Telinga luar terdiri atas daun telinga yang merupakan tulang rawan elastis. Daun telinga berfungsi untuk menerima dan mengumpulkan suara yang masuk, terdapat rambut-rambut halus yang berfungsi untuk menghalangi benda asing yang masuk. Selain itu, terdapat kelenjar lilin yang menjaga agar permukaan saluran luar dan gendang telinga tidak kering.

b. Telinga Tengah

Telinga tengah disebut juga rongga timpani merupakan bilik kecil yang mengandung udara. Rongga ini terletak di sebelah dalam membran timpani atau gendang telinga.

Di sebelah depan telinga tengah terdapat saluran eustachius yang menghubungkan rongga dengan faring. Saluran ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan udara antara udara luar dengan udara di dalam telinga tengah.

Info



Tekanan udara antara udara luar dengan udara di dalam telinga tengah akan tetap seimbang karena dijaga oleh saluran eustachius.

Di dalam rongga telinga tengah terdapat tiga tulang, yaitu tulang martil yang melekat pada gendang telinga, tulang landasan, dan tulang sanggurdi yang berhubungan dengan jendela oval pada telinga dalam. Ketiga tulang ini berfungsi untuk mengalirkan getaran suara dari gendang telinga ke rongga telinga dalam.

c. Telinga Dalam

Rongga telinga dalam terdiri atas berbagai rongga yang menyerupai saluran-saluran dalam tulang temporalis. Rongga-rongga ini disebut labirin tulang dan dilapisi membran membentuk labirin membranosa.

Labirin tulang terdiri atas tiga bagian, yaitu vestibula, saluran setengah lingkaran yang bersambung dengan vestibula, dan kokhlea. Kokhlea adalah sebuah tabung berbentuk spiral yang membelit dirinya seperti rumah siput. Dalam setiap belitan terdapat saluran membranosa yang mengandung ujung-ujung akhir saraf pendengaran. Cairan dalam labirin membranosa disebut endolimfa dan di luar labirin membranosa disebut perilimfa.



Gambar 3.7 Struktur reseptor telinga

d. Saraf Pendengaran

Saraf pendengaran (nervus auditorius) terdiri atas dua bagian, salah satunya berkaitan dengan bagian vestibuler rongga telinga dalam yang berhubungan dengan keseimbangan. Serabut-serabut saraf ini bergerak menuju nukleus vestibularis yang berada pada titik pertemuan antara pons dan medula oblongata, kemudian bergerak ke cerebellum.

Bagian kokhlearis pada nervus auditorus adalah saraf pendengar yang sebenarnya. Cedera pada saraf kokhlearis akan mengakibatkan ketulian saraf. Sedangkan, cedera pada saraf vestibularis akan menimbulkan vertigo.

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang. Gunakan alat peraga telinga. Kemudian, presentasikanlah dengan menggunakan alat peraga tersebut mengenai proses mendengar. Berilah kesempatan kepada kelompok lain untuk mengomentari hasil presentasi kelompokmu di depan kelas. Manfaat apa yang kamu peroleh setelah melakukan kegiatan tadi?

3. Indera Peraba (Kulit)

Kulit merupakan indera peraba. Kulit menutupi dan melindungi permukaan tubuh dan bersambung dengan selaput lendir yang melapisi rongga-rongga dan lubang-lubang masuk. Kulit mempunyai banyak fungsi, yaitu sebagai indera peraba, membantu mengatur suhu dan mengendalikan hilangnya air dari tubuh, dan mempunyai sedikit kemampuan ekskretori, sekretori, dan absorpsi.

Kulit dibagi menjadi dua lapisan, yaitu epidermis (kutikula) dan dermis (korium).

a. Epidermis

Epidermis tersusun atas epitelium berlapis dan terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan tanduk dan zona germinalis. Lapisan tanduk (lapisan epidermal) terletak paling luar dan tersusun atas tiga lapisan sel yang membentuk epidermis, yaitu stratum korneum, stratum lusidum, dan stratum granulosum.

Zona germinalis terletak di bawah lapisan tanduk, terdiri atas sel berduri dan sel basal. Sel berduri adalah sel dengan fibril halus yang menyambung sel satu dengan yang lain. Sedangkan, sel basal terus-menerus memproduksi sel epidermis baru.

b. Dermis

Lapisan dermis tersusun atas jaringan fibrus dan jaringan ikat yang elastis. Pada permukaan dermis tersusun papila-papila kecil yang berisi pembuluh darah kapiler. Ujung akhir saraf sensoris terletak di dalam dermis. Kelenjar keringat yang berbentuk tabung berbelit-belit terletak di sebelah dalam dermis, salurannya melalui dermis dan epidermis, kemudian bermuara ke pori-pori kulit.

Pada kulit terdapat beberapa jenis reseptor, antara lain rasa nyeri, rasa panas, rasa dingin, rasa sentuhan, dan rasa tekanan. Kulit dan jaringan di bawahnya bekerja sebagai tempat

penyimpanan air dan jaringan adiposa tempat menyimpan lemak. Hal ini sangat diperlukan agar panas tubuh tidak cepat keluar dari tubuh (untuk menghangatkan tubuh).

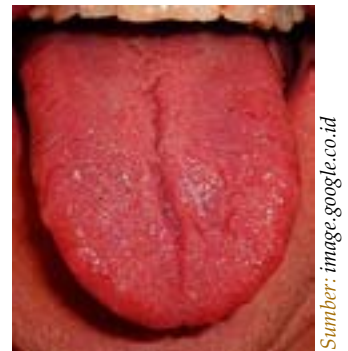


Gambar 3.8 Struktur reseptor pada kulit

4. Indera Perasa (Pengecap)

Lidah merupakan indera perasa. Selain membantu proses pencernaan, lidah juga dapat merasakan rasa makanan. Permukaan lidah kasar karena terdapat tonjolan yang disebut papila. Papila ini berfungsi untuk mengecap. Ada empat macam rasa kecap, yaitu rasa manis, pahit, asam, dan asin. Umumnya, makanan memiliki ciri harum dan ciri rasa. Ciri harum merangsang ujung saraf penciuman, bukan pengecapan. Agar dapat dirasakan, semua makanan harus menjadi cairan dan harus bersentuhan dengan ujung saraf yang mampu menerima rangsangan berbeda-beda.

Reseptor rasa manis dan asin terdapat di ujung lidah, rasa pahit di pangkal lidah, dan untuk rasa asam ada di sisi lidah bagian dalam.



Gambar 3.9
Indera perasa

5. Indera Penciuman

Indera penciuman terdapat di rongga hidung. Sel-sel sensori penerima rangsang berupa bau terdapat di lapisan epitel dalam rongga hidung dan dilindungi oleh mukus (lendir). Di akhir setiap sel sensori terdapat silia atau rambut pembau.

Rasa penciuman dirangsang oleh gas yang terhirup. Rasa penciuman ini sangat peka, tetapi kepekaan ini mudah hilang bila dihadapkan pada suatu bau yang sama untuk waktu yang lama.

Rasa penciuman akan melemah bila kamu sedang flu karena terdapat penumpukan cairan yang menghalangi silia untuk membaui sesuatu.



Gambar 3.10
Indera penciuman

D. Kelainan pada Sistem Koordinasi dan Panca Indera

Terdapat beberapa kelainan yang dapat terjadi pada sistem koordinasi dan panca indera, antara lain sebagai berikut:

1. Meningitis

Meningitis adalah radang membran pelindung sistem syaraf pusat. Penyakit ini dapat disebabkan oleh mikro-organisme, luka fisik, kanker, atau obat-obatan tertentu. Meningitis merupakan penyakit serius karena letaknya dekat otak dan tulang belakang sehingga dapat menyebabkan kerusakan kendali gerak, pikiran, bahkan kematian.

Kebanyakan kasus meningitis disebabkan oleh mikro-organisme, seperti virus, bakteri, jamur, atau parasit yang menyebar dalam darah ke cairan otak.

2. Alzheimer

Alzheimer adalah jenis kepikunan yang mengerikan karena dapat melumpuhkan pikiran dan kecerdasan seseorang. Keadaan ini ditunjukkan dengan kemunduran kecerdasan dan ingatan secara perlahan sehingga mengganggu kegiatan sosial sehari-hari. Alzheimer timbul karena adanya proses degenerasi sel-sel neuron otak. Menurut **dr. Samino, SpS (K)**, Ketua Umum Asosiasi Alzheimer Indonesia (AAZI), alzheimer merupakan penyakit pembunuh otak karena mematikan fungsi sel-sel otak.

Orang yang rentan terserang alzheimer ini adalah para lansia di atas 60 tahun, tetapi orang dewasa muda juga tak tertutup kemungkinan bila memiliki faktor resiko keturunan. Bahkan, menurut **Samino**, penderita demensia alzheimer berusia 40 tahun pernah ditemukan di Indonesia.

Alzhemier dapat dicegah sejak dini dengan mengenali gejala-gejalanya. Berikut ini adalah beberapa tanda atau gejala yang patut diwaspadai tentang kemungkinan hadirnya penyakit alzhemier:

- a) Kemunduran memori/daya ingat.
- b) Sulit melaksanakan kegiatan/pekerjaan sederhana.
- c) Kesulitan bicara dan berbahasa.
- d) Sulit dalam berhitung.
- e) Salah meletakkan benda.
- f) Penampilan buruk karena lupa cara berpakaian atau berhias.

- g) Perubahan emosi dan perilaku.
- h) Gangguan berpikir abstrak atau kemampuan imajinasi penderita terganggu.
- i) Hilang minat dan inisiatif, misalnya cenderung menjadi pendiam, tak mau bergaul, dan menyendiri.
- j) Tidak dapat membedakan berbagai jenis bau-bauan (kecuali sedang menderita flu).

3. Dermatitis Atopik

Dermatitis atopik atau eksema adalah peradangan kronik kulit yang kering dan gatal. Pada umumnya dimulai di awal masa kanak-kanak. Eksema dapat menyebabkan gatal yang tidak tertahankan, peradangan, dan gangguan tidur. Eksema merupakan penyakit tidak menular.

Sebagian besar anak akan sembuh dari eksema sebelum usia 5 tahun. Sebagian kecil anak akan terus mengalami eksema hingga dewasa. Penyakit ini tidak dapat disembuhkan, namun penanganan yang tepat akan mencegah dampak negatif penyakit ini terhadap anak yang mengalami eksema dan keluarganya.

4. Anosmia

Anosmia adalah hilangnya atau berkurangnya kemampuan untuk membaui, merupakan kelainan yang paling sering ditemui. Penciuman dapat dipengaruhi oleh beberapa perubahan di dalam hidung, di dalam saraf yang berasal dari hidung menuju ke otak atau di dalam otak. Misalnya, jika rongga hidung tersumbat karena pilek, penciuman bisa berkurang karena bau tidak sampai ke penerima bau. Kemampuan membaui akan mempengaruhi rasa sehingga pada penderita pilek, rasa dari makanan terasa kurang enak.

Sel-sel penciuman kadang mengalami kerusakan sementara oleh virus flu. Beberapa penderita tidak dapat membaui atau merasa dengan baik setelah mengalami flu. Kadang, hilangnya penciuman atau pengecapan berlangsung selama berbulan-bulan, bahkan bersifat menetap.

5. Otitis

Radang telinga atau otitis adalah peradangan sebagian atau seluruh mukosa telinga tengah, tuba eustachius (saluran yang menghubungkan telinga tengah dan rongga mulut), antrum mastoid, dan sel-sel mastoid. Sebagian besar anak-anak pernah mengalami radang telinga dan tidak sedikit

yang mengalami gangguan pendengaran akibat penanganan yang terlambat.

Bila terjadi proses radang pada telinga tengah, tentu akan terjadi gangguan dalam penghantaran bunyi/suara ke telinga dalam. Akibatnya, kamu seperti menjadi tuli. Penyebab terjadinya radang pada telinga tengah, antara lain:

- a) Perubahan tekanan udara yang tiba-tiba.
- b) Alergi.
- c) Infeksi.
- d) Sumbatan pada telinga.

6. Tuli

Tuli merupakan gangguan pendengaran karena merusakkan saraf pendengaran, infeksi bakteri, atau jamur. Tuli merupakan gejala utama radang telinga (otitis). Gendang telinga terlihat utuh, namun tertarik/retraksi, suram, kuning kemerahan, atau keabu-abuan.

Penderita tuli tidak dapat mendengar dengan jelas apa yang diucapkan oleh orang lain. Akibatnya, ketika berkomunikasi dengan temannya yang lain, terkadang tidak nyambung. Dalam kondisi yang sudah parah, penderita tuli tidak dapat mendengar sama sekali apa yang diucapkan oleh orang lain.

Penderita tuli akan sulit bersosialisasi dengan orang lain. Oleh karena itu, penderita tuli dapat dibantu dengan alat bantu pendengaran. Alat ini biasanya dipasang di telinga bagian luar. Dengan alat ini, penderita tuli dapat mendengar dengan jelas.



Sumber: google.co.id

Gambar 3.11
Alat bantu pendengaran

7. Buta Warna

Istilah buta warna dapat diartikan sebagai suatu kelainan penglihatan yang disebabkan ketidakmampuan sel-sel kerucut pada retina mata untuk menangkap suatu spektrum warna tertentu sehingga warna objek yang terlihat bukan warna yang sesungguhnya. Penyebab buta warna adalah faktor keturunan, gangguan terjadi biasanya pada kedua mata, namun tidak memburuk. Penyebab lainnya adalah kelainan yang didapat selama kehidupannya, misalnya kecelakaan/trauma pada mata, umumnya kelainan hanya terjadi pada salah satu mata saja dan bisa mengalami penurunan fungsi seiring berjalannya waktu.

8. Katarak

Katarak adalah perubahan lensa mata yang tadinya bening dan tembus cahaya menjadi keruh sehingga menyebabkan gangguan pada penglihatan. Pada umumnya, katarak merupakan proses penuaan pada mata. Paparan sinar ultraviolet jangka panjang, penggunaan obat-obatan dan penyakit tertentu, misalnya diabetes, juga dapat mempercepat timbulnya katarak. Katarak juga dapat merupakan bawaan lahir, artinya semenjak dilahirkan sudah menderita katarak.

Beberapa gejala umum katarak, antara lain:

- Pandangan menjadi kabur atau ukuran kacamata yang sering berubah.
- Warna-warna tampak kusam.
- Susah melihat di tempat yang terang akibat silau.
- Kesulitan saat membaca atau mengemudi di malam hari.

Penderita katarak dapat dibantu dengan menggunakan kacamata yang sesuai. Akan tetapi, jika penglihatan penderita katarak tidak dapat diperbaiki dengan kacamata, harus dilakukan operasi katarak. Operasi katarak dapat dilakukan oleh dokter mata.

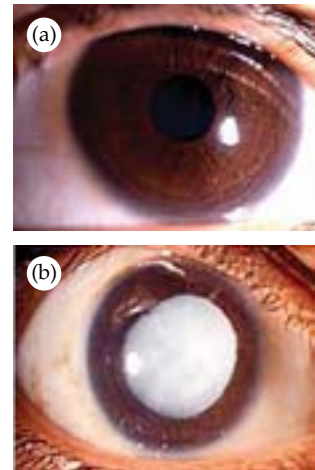
9. Hipermetropi

Hipermetropi (rabun dekat) adalah suatu keadaan dimana lensa mata tidak dapat menyembung atau bola mata terlalu pendek sehingga bayangan benda jatuh di belakang retina. Penderita hipermetropi akan merasa tidak jelas pada saat melihat benda dari jarak dekat, meskipun untuk jarak jauh masih lumayan jelas. Keadaan ini akan diperparah lagi jika sudah menginjak usia tua. Kesulitan yang hebat akan dialami saat melihat dari jarak dekat atau membaca.

Penderita hipermetropi dapat ditolong dengan lensa cembung atau positif. Dengan menggunakan kacamata yang berlensa cembung, penglihatan penderita hipermetropi menjadi normal kembali.

10. Miopi

Miopi (rabun jauh) adalah suatu keadaan dimana lensa mata terlalu cembung atau bola mata terlalu panjang sehingga bayangan mata jatuh di depan retina. Miopi biasanya terjadi pada anak-anak remaja usia 8 sampai 14 tahun. Faktor yang menyebabkannya adalah keturunan,



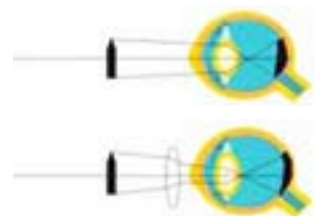
Sumber: Klinik Mata Nusantara

Gambar 3.12
(a) Mata normal
(b) Mata katarak



Sumber: google.co.id

Gambar 3.13
Mata hipermetropi



Sumber: google.co.id

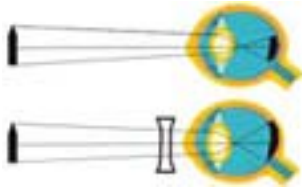
Gambar 3.14
Penggunaan lensa cembung pada mata hipermetropi



Sumber: google.co.id

Gambar 3.15
Mata miopi

Sumber: google.co.id



Gambar 3.16
Penggunaan lensa cekung pada mata miopi

Sumber: google.co.id



Gambar 3.17
Mata presbiopi

Sumber: google.co.id



Gambar 3.18
Mata astigmatisme

membaca sambil tiduran, menonton televisi dari jarak yang terlalu dekat, atau menggunakan komputer terlalu lama. Penderita rabun jauh dapat ditolong dengan lensa cekung atau negatif. Dengan menggunakan kacamata yang berlensa cekung, penderita miopi dapat melihat dengan jelas dan normal.

11. Presbiopi

Presbiopi adalah hilangnya kemampuan mata untuk melakukan akomodasi karena umur. Karenanya, presbiopi disebut juga sebagai mata tua. Pada umumnya, penderita presbiopi berumur di atas 60 tahun. Gejala yang nampak biasanya dimulai dengan hilangnya kemampuan membaca pada jarak normal, namun tidak mempengaruhi penglihatan jarak jauhnya. Hilangnya daya akomodasi mata akibat menurunnya kemampuan mata untuk mengubah bentuk lensa mata.

Salah satu cara untuk mengatasi presbiopi adalah dengan menggunakan kacamata fokus ganda (bifokal). Bagian bawah lensa mata memiliki kuat lensa yang lebih besar dibandingkan bagian atas karena pada saat melihat benda dekat diperlukan kuat lensa yang lebih besar.

12. Astigmatisme

Astigmatisme adalah suatu keadaan dimana permukaan lensa mata tidak sama sehingga fokus dan bayangan yang terbentuk tidak sama. Kelainan ini dapat ditolong dengan lensa silindris.

Menguji Diri



1. Jelaskan fungsi sistem saraf dalam tubuh manusia!
2. Jelaskan perbedaan antara sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi!
3. Sebutkan kelenjar endokrin yang penting dalam tubuh manusia! Jelaskan fungsinya!
4. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari panca indera!
5. Sebutkan kelainan-kelainan pada sistem koordinasi dan panca indera!



Kilasan Materi

- Sistem saraf terdiri atas otak, sumsum tulang belakang, dan saraf (neuron).
- Neuron sensori berfungsi untuk menghantarkan impuls dari indera ke sistem saraf pusat.
- Neuron motoris berfungsi untuk menghantar impuls dari sistem saraf pusat ke kelenjar atau otot.
- Neuron konektor berfungsi meneruskan impuls (rangsangan) dari neuron sensori ke neuron motoris.
- Gerak adalah suatu aktivitas tubuh karena adanya rangsangan oleh saraf.
- Gerak biasa dilakukan dengan kesadaran, sedangkan gerak refleks dilakukan tanpa kesadaran.
- Otak dibagi menjadi tiga bagian, yaitu otak besar, otak kecil, dan sumsum lanjutan.
- Fungsi sumsum tulang belakang adalah sebagai pusat perantara antara susunan saraf tepi dan otak, menghantarkan impuls menuju atau dari otak, dan mengatur gerak refleks tubuh.
- Di dalam tubuh manusia terdapat tujuh kelenjar endokrin yang penting, yaitu hipotalamus, hipofisis, tiroid, paratiroid, kelenjar adrenal, pankreas, dan kelenjar gonad (ovarium atau testis).
- Panca indera pada manusia adalah indera penglihatan, indera pendengaran, indera peraba, indera perasa, dan indera penciuman.

Refleksi

Sistem koordinasi pada manusia terdiri dari sistem saraf dan hormon. Sistem saraf sangat berhubungan erat dengan alat indera. Setelah kamu mempelajari sistem koordinasi dan alat indera pada manusia, coba kamu jelaskan kembali struktur, fungsi, dan proses serta kelainan yang dapat terjadi pada sistem koordinasi dan alat indera pada manusia! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Bagian sel saraf yang mengandung nukleus dan sitoplasma adalah
 - a. dendrit
 - b. badan sel
 - c. neurit
 - d. akson
2. Selubung mielin melapisi
 - a. dendrit
 - b. badan sel
 - c. neurit
 - d. akson
3. Neuron yang meneruskan rangsang dari neuron lain menuju otot adalah
 - a. neuron penghubung
 - b. neuron sensoris
 - c. neuron motoris
 - d. neuron asosiasi
4. Bagian yang berfungsi untuk menyampaikan impuls (rangsangan) menuju badan sel adalah
 - a. neurit
 - b. dendrit
 - c. badan sel
 - d. konektor
5. Pada gerak refleks, setelah diterima reseptor, rangsangan diteruskan ke
 - a. serebelum
 - b. medula oblongata
 - c. medula spinalis
 - d. serebrum
6. Cerebrum merupakan pusat pengaturan, *kecuali*
 - a. ingatan
 - b. kesadaran
 - c. kecerdasan
 - d. jantung
7. Yang berfungsi sebagai pengatur keseimbangan tubuh adalah
 - a. otak besar
 - b. otak kecil
 - c. otak tengah
 - d. medula oblongata
8. Penderita buta warna mengalami gangguan pada
 - a. retina
 - b. koroid
 - c. sklera
 - d. otot mata
9. Tulang-tulang pendengar terdiri dari seperti di bawah ini, *kecuali*
 - a. tulang martil
 - b. tulang landasan
 - c. tulang sakulus
 - d. tulang sanggurdi
10. Bagian telinga yang berfungsi sebagai alat keseimbangan adalah
 - a. vestibulum
 - b. kanalis semisirkularis
 - c. saluran eustachius
 - d. lingkup jorong

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah perbedaan antara sistem saraf dan sistem hormon?
2. Apa perbedaan antara fungsi saraf simpatik dan parasimpatik?
3. Sebutkan bagian-bagian mata dan fungsinya!
4. Sebutkan bagian-bagian dari telinga!
5. Sebutkan lapisan-lapisan kulit dan fungsinya!



1. Gerak biasa dilakukan dengan kesadaran, sedangkan gerak refleks dilakukan tanpa kesadaran. Menurutmu, apa yang menyebabkan manusia melakukan gerak refleks? Jelaskan ciri-ciri rangsangan yang menyebabkan manusia melakukan gerak refleks atau gerak biasa!
 2. Bagaimanakah cara kerja sistem hormon sehingga dapat mempengaruhi kerja alat-alat tubuh manusia? Berikan contohnya!
 3. Jelaskan hubungan antara sistem koordinasi tubuh dengan panca indera! Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!
-

Bab

4

Kelangsungan Hidup Makhluk Hidup

Sumber: image.google.co.id

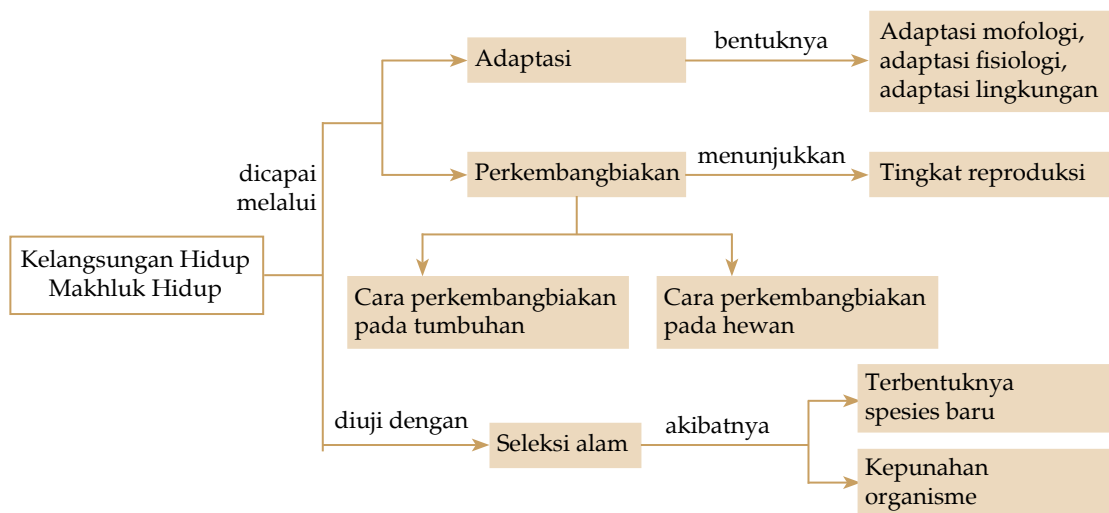


Gambar 4.1
Bunglon

Coba kamu perhatikan gambar bunglon. Bunglon dapat mengubah warna kulitnya sesuai dengan lingkungan yang ditempatinya. Tujuannya adalah untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Disebut apakah cara bunglon menyesuaikan diri dengan lingkungannya? Adakah makhluk hidup lain yang melakukan cara menyesuaikan diri seperti bunglon? Cara apa lagi yang dapat dilakukan oleh makhluk hidup untuk menjaga kelangsungan hidupnya? Ayo temukan jawabannya dengan mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan bentuk-bentuk adaptasi makhluk hidup untuk mempertahankan jenisnya, mendeskripsikan terbentuknya spesies baru dan punahnya beberapa spesies akibat seleksi alam, mendeskripsikan cara perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan, serta peranannya bagi kelangsungan hidup.

Peta Konsep



Dalam mempertahankan kelangsungan hidupnya, hewan harus menyesuaikan diri dengan suasana lingkungan di sekitarnya, disebut adaptasi. Tumbuhan juga mengalami adaptasi, seperti daun jati yang menggugurkan daunnya pada musim kemarau. Untuk lebih mengetahui tentang kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan, mari cermati uraian berikut ini.

A. Adaptasi

Adaptasi diperlukan makhluk hidup untuk bertahan hidup. Adaptasi terbagi menjadi tiga macam, yaitu adaptasi morfologi, adaptasi fisiologi, dan adaptasi tingkah laku.

1. Adaptasi Morfologi

Adaptasi morfologi adalah penyesuaian bentuk tubuh atau struktur tubuh tertentu dari suatu organisme terhadap lingkungannya. Adaptasi ini terjadi pada hewan dan tumbuhan.

a. Adaptasi Morfologi pada Hewan

Beberapa contoh adaptasi morfologi pada hewan adalah bentuk paruh dan kaki pada burung, tipe mulut serangga, dan bentuk gigi hewan.

1) Bentuk paruh dan kaki burung

Pernahkah kamu memperhatikan paruh burung yang berbeda-beda? Paruh burung beo berbeda dengan paruh burung elang. Paruh burung berbeda-beda sesuai dengan makanannya. Begitu juga dengan bentuk kaki burung, berbeda-beda sesuai dengan tempat hidup dan cara hidupnya.

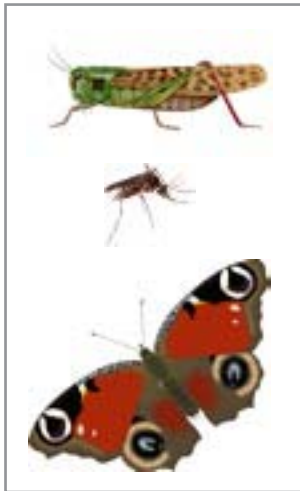
Burung elang memiliki kaki yang kuat untuk mencengkeram mangsanya dan memiliki paruh yang kuat untuk merobek mangsanya. Sedangkan, burung pencari makan di air memiliki paruh yang pipih dan panjang, serta memiliki kaki yang dilengkapi dengan selaput untuk berenang, contohnya adalah itik.

Burung pelatuk yang memakan serangga di lubang-lubang pohon memiliki paruh seperti pahat. Sedangkan, burung kolibri yang menghisap madu bunga memiliki paruh yang kecil dan panjang.



Sumber: ClipArt

Gambar 4.2
Bentuk kaki dan paruh
pada burung



Gambar 4.3
Tipe mulut pada belalang, nyamuk, dan kupu-kupu

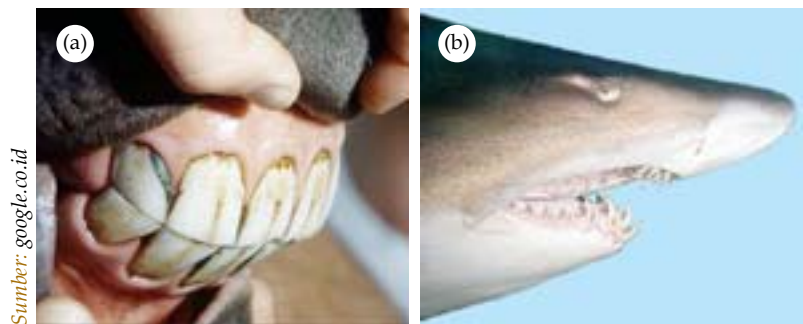
2) Tipe mulut serangga

Pada serangga terdapat beberapa tipe mulut. Perbedaan ini disebabkan perbedaan jenis makanannya.

- Tipe mulut untuk menggigit dan mengunyah, contohnya belalang.
- Tipe mulut untuk menusuk dan menghisap, contohnya nyamuk.
- Tipe mulut untuk menghisap, contohnya kupu-kupu.

3) Bentuk gigi hewan

Bentuk gigi hewan bermacam-macam, tergantung jenis makanannya. Hewan pemakan tumbuhan atau herbivora memiliki gigi geraham depan dan belakang yang lebar dan datar. Gigi ini sangat sesuai dengan fungsinya untuk mengunyah atau menggilas makanan. Hewan pemakan daging atau karnivora memiliki gigi taring yang tajam dan runcing untuk mengoyak mangsanya.



Gambar 4.4 (a) Gigi herbivora (b) Gigi karnivora

b. Adaptasi Morfologi pada Tumbuhan

Adaptasi pada tumbuhan dapat menyebabkan perbedaan yang sangat nyata pada tumbuhan. Berdasarkan morfologi tubuhnya, tumbuhan dibagi menjadi beberapa macam, antara lain tumbuhan hidrofit, higrofit, dan xerofit.

1) Tumbuhan hidrofit

Tumbuhan hidrofit adalah tumbuhan yang hidup di air dalam waktu yang lama. Tumbuhan ini mengapung di permukaan air, berdaun lebar dan tipis, memiliki lapisan kutikula yang tipis dan mudah ditembus air. Contohnya adalah teratai dan eceng gondok.



Gambar 4.5
Teratai

2) Tumbuhan higrofit

Tumbuhan higrofit adalah tumbuhan yang hidup di lingkungan yang basah. Contohnya adalah keladi. Tumbuhan ini memiliki ciri daun yang lebar untuk mempercepat penguapan.



Sumber: google.co.id

3) Tumbuhan xerofit

Tumbuhan xerofit adalah tumbuhan yang hidup di daerah yang sedikit air, seperti gurun pasir. Contohnya adalah kaktus. Ciri-ciri tumbuhan ini adalah berdaun tebal dan berduri untuk mengurangi penguapan. Tumbuhan xerofit memiliki jaringan penyimpan air di dalam batangnya yang tebal dan dilapisi oleh lapisan lilin.

Gambar 4.6
Keladi



Sumber: google.co.id

Gambar 4.7
Kaktus

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi kerja alat-alat tubuh suatu organisme terhadap lingkungannya. Contohnya, orang yang berada di dataran tinggi biasanya memiliki jumlah sel darah merah yang lebih tinggi dibandingkan orang yang tinggal di dataran rendah. Contoh lainnya adalah di dalam saluran pencernaan hewan memamah biak, seperti sapi, kerbau, kambing, dan domba terdapat mikro-organisme yang menghasilkan enzim selulase. Enzim ini berperan dalam mencerna selulosa yang terdapat pada sel-sel tumbuhan yang dimakannya.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang. Keluarlah sebentar dari kelasmu. Temukanlah adaptasi yang terjadi di sekeliling. Catatlah hal-hal penting yang perlu diketahui. Kemudian, presentasikan hasil kerja kelompokmu di depan kelas. Berilah kesempatan kepada kelompok lain untuk mengomentari presentasi kelompokmu tersebut. Lalu, simpulkanlah!

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku adalah perubahan perilaku suatu organisme untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Beberapa contoh adaptasi tingkah laku adalah sebagai berikut:

a. Mimikri

Mimikri adalah perubahan warna kulit hewan sesuai lingkungan tempat ia tinggal, contohnya bunglon. Apabila

Sumber: image.google.co.id



Gambar 4.8
Serangga menyerupai daun hijau

Sumber: Encarta 2005



Gambar 4.9
Jika dikejar musuhnya, cecak akan melepaskan ekornya

Sumber: google.co.id



Gambar 4.10
Paus muncul ke permukaan air untuk menghirup udara

Sumber: image.google



Gambar 4.11
Gurita dapat mengeluarkan cairan tinta

bunglon tinggal di daun yang hijau, tubuhnya akan berwarna hijau seperti daun. Sebaliknya, jika lingkungan tempat tinggalnya di batang pohon, warna tubuhnya akan seperti warna batang pohon. Hal ini menyebabkan bunglon terhindar dari pemangsanya.

Serangga juga memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Misalnya, kupu-kupu yang menyerupai daun kering, ada juga serangga yang menyerupai daun yang hijau atau memiliki bentuk tubuh seperti ranting.

b. Autotomi

Pernahkah kamu melihat cecak melepaskan ekornya saat dikejar musuhnya? Ekornya yang lepas akan bergerak-gerak sehingga perhatian pemangsa beralih ke ekor tersebut dan cecak dapat menghindar atau menyelamatkan diri dari pemangsanya. Hal ini disebut autotomi. Autotomi adalah pemutusan ekor pada hewan untuk menjaga dirinya dari serangan musuh.

c. Munculnya Paus ke Permukaan Air

Paus merupakan hewan mamalia yang hidup di air. Mereka bernapas dengan paru-paru. Untuk menghirup udara yang mengandung oksigen, hewan tersebut muncul ke permukaan air. Setelah menghirup udara, hewan tersebut menyelam kembali ke dalam air. Kemudian, muncul kembali dan menghembuskan udara yang jenuh dengan uap air dari paru-paru melalui lubang hidung yang terdapat di bagian atas tubuh hewan tersebut.

d. Pengeluaran Cairan Tinta

Cumi-cumi dan gurita akan menyembrotkan tintanya dan berenang menjauh jika dalam keadaan bahaya. Hal ini dilakukan untuk mengecoh lawan sehingga lawan tidak bisa mengetahui keberadaannya karena lingkungan sekitarnya menjadi gelap.

e. Perilaku Reproduksi

Dalam perilaku reproduksi, biasanya seekor hewan jantan bertarung dengan jantan lain. Hal ini terjadi agar dapat menguasai si betina dan dapat melakukan perkawinan untuk berkembang biak. Ada pula jantan yang menunjukkan bagian-bagian tertentu dari tubuhnya untuk menarik perhatian si betina. Contohnya, burung merak jantan akan

mengembangkan bulu ekornya untuk menarik perhatian betina saat musim kawin.

B. Seleksi Alam

Bencana alam atau perubahan iklim yang drastis menyebabkan alam berubah. Agar dapat terus hidup, makhluk hidup harus bisa beradaptasi dengan perubahan alam tersebut. Makhluk hidup yang tidak bisa beradaptasi akan punah. Oleh karena itu, secara tidak langsung alam menyeleksi organisme yang hidup di dalamnya.

Apabila terjadi suatu bencana pada ekosistem, organisme ekosistem tersebut memiliki dua pilihan, yaitu bertahan hidup atau bermigrasi. Bila bertahan hidup, organisme tersebut harus dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Ada juga organisme yang lebih memilih untuk bermigrasi ke lingkungan yang lebih cocok. Di lingkungan yang baru ini, hanya organisme yang dapat beradaptasi yang dapat hidup dan melestarikan keturunannya. Keturunan yang baru di tempat yang baru, lama kelamaan akan mengalami perubahan dan pada akhirnya akan terbentuk spesies yang baru.

1. Terbentuknya Spesies Baru

Organisme yang mampu bertahan hidup di tempat yang baru akan berkembang biak dan menghasilkan keturunan yang baru. Keturunan yang baru ini langsung bisa beradaptasi dengan lingkungan yang baru tanpa mengenal kebiasaan leluhurnya. Hal ini menyebabkan perubahan-perubahan yang mengarah ke evolusi dan menyebabkan terbentuknya spesies baru.

Perubahan yang bisa menyebabkan terbentuknya spesies baru bisa dilihat pada burung Finch di pulau Galapagos yang diteliti oleh Charles Darwin. Nenek moyang burung Finch ini diduga berasal dari Ekuador yang memakan biji-bijian. Tetapi, burung Finch di pulau Galapagos memiliki paruh yang bentuk dan ukurannya berbeda-beda tergantung pada jenis makanannya.

Burung Finch pemakan biji-bijian memiliki paruh berbentuk tebal dan kuat. Burung Finch penghisap madu memiliki bentuk paruh lurus dan panjang. Sedangkan, burung Finch pemakan serangga memiliki bentuk paruh yang seperti burung pemakan serangga.



Sumber: image.google

Gambar 4.12
Burung merak jantan sedang menarik perhatian betinanya

Pikirkanlah

Mengapa makhluk hidup yang tidak dapat beradaptasi dengan lingkungannya akan mengalami kepunahan? Kemukakan pendapatmu!



Sumber: image.google.co.id

Gambar 4.13
Burung Finch di Pulau Galapagos

Perbedaan paruh burung Finch ini membuat Darwin menduga bahwa penyebabnya adalah terbatasnya biji-bijian di lingkungan yang baru. Akibatnya, keturunan yang baru beradaptasi dengan mengubah menu makanannya. Lama kelamaan hal ini menyebabkan perubahan bentuk paruh pada burung Finch. Perubahan ini menyebabkan generasi yang baru memiliki bentuk paruh yang sangat berbeda dengan leluhurnya dan mengarah ke bentuk spesies yang baru.

2. Kepunahan Organisme

Organisme yang tidak bisa beradaptasi dengan lingkungannya akan mengalami kepunahan. Punahnya organisme ini bisa terjadi karena alam dan ulah manusia. Contoh musnahnya organisme karena alam adalah punahnya Dinosaurius yang disebabkan oleh perubahan iklim yang sangat drastis di muka bumi saat itu. Para ahli menduga, saat itu ada meteor raksasa yang jatuh ke bumi yang membuat bumi dipenuhi gas, debu, dan pecahan batu. Hal ini menyebabkan bumi menjadi sangat panas sehingga tumbuhan menjadi kering. Akibatnya, Dinosaurius herbivora tidak memperoleh makanan, dan akhirnya mati. Hal ini menyebabkan Dinosaurius karnivora juga mati sehingga semua Dinosaurius musnah.

Musnahnya organisme juga dapat disebabkan oleh ulah manusia yang melakukan perburuan liar, penebangan pohon, dan pembakaran hutan. Hal ini menyebabkan organisme kehilangan tempat tinggal dan akhirnya punah.

C. Perkembangbiakan pada Tumbuhan

Perkembangbiakan pada tumbuhan dibagi menjadi dua macam, yaitu perkembangbiakan generatif atau seksual dan vegetatif atau asexual. Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan secara kawin, terjadinya individu baru didahului dengan peleburan sel kelamin jantan dan betina. Sedangkan, vegetatif adalah perkembangbiakan secara tak kawin.

Info



Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan secara kawin, sedangkan perkembangbiakan vegetatif adalah perkembangbiakan secara tak kawin.

1. Cara Reproduksi pada Tumbuhan

Berikut ini adalah cara-cara reproduksi pada beberapa tumbuhan, baik secara vegetatif maupun generatif.

a. Reproduksi Vegetatif

Reproduksi vegetatif atau asexual adalah perkembangbiakan secara tidak kawin, individu baru berasal dari

bagian-bagian tubuh induknya. Reproduksi vegetatif dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu vegetatif alami dan vegetatif buatan.

1) Vegetatif alami

Jenis-jenis perkembangbiakan secara vegetatif alami pada tumbuhan adalah sebagai berikut.

a) Membelah diri atau pembelahan biner

Perkembangbiakan dengan membelah diri adalah satu sel induk membelah menjadi dua atau lebih sel anak. Setiap sel anak tumbuh menjadi individu baru. Sel anak sama dengan sel induk. Contohnya adalah pembelahan biner pada ganggang biru.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 4.14
Ganggang biru

b) Spora

Individu baru terbentuk dari spora yang dihasilkan oleh induknya. Tiap spora bisa tumbuh menjadi individu baru. Perkembangbiakan dengan spora terjadi pada alga, jamur, lumut, dan paku-pakuan.



Sumber: google.co.id

Gambar 4.15
Jamur

c) Stolon atau geragih

Stolon adalah cabang yang tumbuh mendatar di atas permukaan tanah. Contohnya, stroberi, rumput teki, dan daun kaki kuda.



Sumber: google.co.id

Gambar 4.16
Stolon

d) Umbi

Umbi adalah bagian tanaman yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Umbi dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

(1) Umbi akar

Umbi akar adalah akar yang tumbuh membesar dan beberapa tempat pada umbi tersebut terdapat calon tunas yang dapat tumbuh menjadi individu baru. Contoh: ubi.

(2) Umbi batang

Umbi batang adalah batang yang tumbuh membesar. Contoh: wortel, lobak, dan bit.

(3) Umbi lapis

Merupakan modifikasi dari pelepah daun yang tersusun rapat membentuk umbi. Pada setiap ketiak lapisan terdapat calon tunas. Bagian dasar umbi yang berbentuk cakram merupakan modifikasi dari batang. Contoh: bawang merah, bawang putih, dan bawang bombay.



Sumber: google.co.id

Gambar 4.17
Umbi akar



Gambar 4.18
Rhizoma



Gambar 4.19
Tunas pada pisang

e) *Rimpang* atau *akar tinggal*

Akar tinggal disebut juga rhizoma, yaitu batang yang tumbuh mendatar di dalam tanah. Contoh: kunyit, jahe, kencur, dan temu lawak.

f) *Tunas*

Tunas adalah tumbuhan yang tumbuh dari batang yang berada di dalam tanah. Umumnya, individu baru tumbuh tidak jauh dari induknya sehingga tumbuhan yang berkembang biak dengan tunas membentuk rumpun. Contoh: pisang, bambu, dan tebu.

g) *Tunas adventif*

Tunas adventif adalah tunas yang tumbuhnya tidak pada batang, misalnya di daun. Contoh: cocor bebek, cemara, dan sukun.

2) Vegetatif buatan

Vegetatif buatan terbagi menjadi beberapa macam, antara lain:

- Mencangkok, hanya bisa dilakukan pada tumbuhan yang berkambium (dikotil). Contoh: jeruk, mangga, belimbing, dan jati.
- Menyambung atau mengenten, dengan tujuan menyambung dua jenis tanaman yang berbeda sifatnya, biasanya dilakukan pada pucuk tanaman. Contoh: singkong karet dengan singkong biasa.
- Menempel atau okulasi, yaitu menggabungkan dua jenis tanaman yang berbeda sifatnya dengan menggunakan lapisan kulitnya (pada mata tunas). Contoh: jeruk bali dengan jeruk limau.
- Stek, yaitu cara memperbanyak tanaman dengan menggunakan potongan-potongan dari bagian tubuh tanaman, baik akar, batang, atau daun. Contoh: tebu, tanaman bunga, dan singkong.
- Merunduk, yaitu membengkokkan cabang atau ranting tanaman ke bawah. Contoh: alamanda dan apel.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang.

Cangkoklah sebuah tanaman dengan meminta petunjuk gurumu. Kemudian, diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

- Mengapa bagian yang berlendir (kambium) harus hilang dengan bersih?
- Mengapa kulit harus dibuang?

- 3) Apa kelebihan dan kekurangan tanaman hasil mencangkok?
- 4) Apa yang dapat kamu simpulkan?
- 5) Manfaat apa yang kamu peroleh dari kegiatan tadi?

b. Reproduksi Generatif

Tumbuhan melakukan reproduksi generatif dengan cara sebagai berikut:

- 1) Konjugasi, yaitu reproduksi generatif pada tumbuhan yang belum jelas alat kelaminnya. Contoh: *Spyrogyra* (ganggang hijau) yang koloninya berbentuk benang.
- 2) Isogami, yaitu peleburan 2 sel gamet atau kelamin yang sama besar. Contoh: *Clamydomonas* (ganggang biru).
- 3) Anisogami, yaitu peleburan 2 sel gamet yang besarnya tidak sama. Gamet 1 lebih kecil (mikrogamet) dan gamet 2 lebih besar (makrogamet). Contoh: *Ulva* (ganggang yang berbentuk lembaran).
- 4) Penyerbukan yang diikuti dengan pembuahan. Terjadi pada tumbuhan berbunga (Antophyta) atau tumbuhan berbiji (Spermatophyta). Alat kelamin jantan berupa benang sari dan alat kelamin betinanya berupa putik.

c. Metagenesis

Penjelasan tentang metagenesis adalah sebagai berikut:

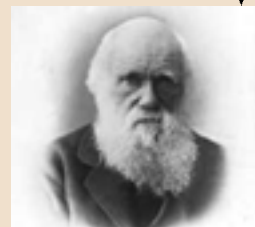
- 1) Terjadinya reproduksi bergantian antara vegetatif dan generatif.
- 2) Terjadi pada tumbuhan lumut dan paku-pakuan.
- 3) Setiap generasi mengalami pergiliran keturunan, yaitu dari generasi gametofit (generasi penghasil gamet) ke generasi sporofit (generasi penghasil spora).

2. Penyerbukan

Penyerbukan adalah peristiwa jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Berdasarkan penyebab sampainya serbuk sari di kepala putik, penyerbukan dibedakan menjadi:

- 1) Anemogami (penyerbukan yang dibantu oleh angin), contohnya rumput, jagung, padi.
- 2) Zoidiogami (penyebabnya hewan), dibagi menjadi beberapa macam, yaitu:
 - a) Entomogami (serangga), contoh: bunga matahari.

Sahabatku,
Ilmuwan



Charles Robert Darwin (1809-1882) adalah seorang naturalis Inggris yang teori revolusionernya meletakkan landasan bagi teori evolusi modern dan prinsip garis keturunan yang sama (*common descent*) dengan mengajukan seleksi alam sebagai mekanismenya. Teori ini kini dianggap sebagai komponen integral dari ilmu biologi. Ia mengembangkan minatnya dalam sejarah alam ketika ia mula-mula belajar ilmu kedokteran, dan kemudian teologi, di universitas. Pengamatan biologisnya membawanya kepada kajian tentang transmutasi

spesies dan ia mengembangkan teorinya tentang seleksi alam pada 1838. Karena sadar sepenuhnya bahwa orang-orang lain yang mengemukakan gagasan-gagasan yang dianggap sesat seperti itu mengalami hukuman yang hebat, ia hanya menyampaikan penelitiannya ini kepada teman-teman terdekatnya. Namun, ia meneruskan penelitiannya dengan menyadari akan munculnya berbagai keberatan terhadap hasilnya. Namun, pada 1858 informasi bahwa Alfred Russel Wallace juga menemukan teori serupa mendorongnya melakukan penerbitan bersama tentang teori Darwin.

Bukunya *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (biasanya disingkat menjadi *The Origin of Species*) (1859) merupakan karyanya

- b) Kiropterogami (kelelawar), contoh: jambu biji.
 - c) Ornitogami (burung), contoh: padi.
 - d) Malakogami (siput), contoh: tumbuhan buah.
- 3) Hidrogami (air), contoh: tumbuhan air.
 - 4) Antropogami (manusia), contoh: vanili.

Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dibedakan menjadi:

- 1) Autogami (penyerbukan sendiri). Serbuk sari berasal dari bunga yang sama. Autogami yang terjadi sebelum bunga mekar disebut kleistogami.
- 2) Geitonogami (penyerbukan tetangga). Serbuk sari berasal dari bunga lain, tetapi masih satu pohon.
- 3) Alogami. Serbuk sari berasal dari pohon lain, tapi masih satu varietas.
- 4) Bastar. Serbuk sari dari pohon lain yang berbeda varietas.

3. Pembuahan

Pembuahan adalah proses peleburan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina menjadi zigot sebagai calon individu baru.

a. Pembuahan pada Tumbuhan Biji Terbuka (*Gymnospermae*)

Tumbuhan *Gymnospermae* disebut tumbuhan berbiji tertutup karena bijinya tidak tertutup, contohnya melinjo dan pakis haji. Serbuk sari terdiri atas dua sel, yaitu sel vegetatif (besar) dan sel generatif (kecil).

Serbuk sari yang jatuh di kepala putik berada pada tetes penyerbukan, diisap masuk ke ruang serbuk sari melalui mikrofil. Serbuk sari ini akan tumbuh membentuk buluh serbuk sari, kemudian bergerak menuju ruang arkegonium yang berisi sel telur.

Sel generatif akan membelah menjadi dua, yaitu membentuk sel dinding (sel dislokator) dan sel spermatogen. Selanjutnya, sel spermatogen membelah membentuk dua spermatozoid yang mempunyai bulu getar. Jika buluh serbuk sari sudah sampai ke arkegonium, sel vegetatif akan lenyap, sel spermatozoid akan membuahi sel telur dan membentuk zigot. Proses pembuahan ini hanya terjadi satu kali sehingga disebut pembuahan tunggal.

b. Pembuahan pada Tumbuhan Biji Tertutup (*Angiospermae*)

Apabila serbuk sari jatuh di kepala putik, serbuk sari melekat. Serbuk sari tumbuh menjadi buluh serbuk sari yang di dalamnya terdapat satu inti vegetatif dan dua inti generatif. Buluh serbuk sari menuju ruang bakal biji dengan inti vegetatif sebagai petunjuk jalan. Sesampainya serbuk sari di dalam bakal biji, inti vegetatif mati. Inti generatif 1 membuahi ovum dan menghasilkan zigot, inti generatif 2 membuahi inti kandung lembaga sekunder yang berfungsi menghasilkan cadangan makanan (endosperm) bagi calon individu baru. Pembuahan ini disebut pembuahan ganda karena terjadi dua pembuahan.

4. Pemencaran Organisme

Area atau daerah distribusi organisme satu dengan yang lain tidak sama karena kehidupan organisme sangat bergantung pada kondisi lingkungan. Tumbuhan dapat hidup secara optimum apabila syarat yang diperlukan untuk tumbuh dan lingkungannya dapat dipenuhi.

a. Pemencaran Tumbuhan dengan Bantuan Faktor Dalam

Pemencaran ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pemencaran alat reproduksi vegetatif dan pemencaran alat reproduksi generatif.

1) Pemencaran alat reproduksi vegetatif

Terjadi pada tumbuhan yang tidak menghasilkan biji. Contoh: pemencaran dengan stolon, rhizoma, umbi batang, dan tunas.

2) Pemencaran alat reproduksi generatif (pemencaran secara mekanik)

Pemencaran dapat terjadi melalui cara-cara berikut ini:

a) Mekanisme ledakan

Terjadi pada buah polongan, misalnya: petai cina. Jika kulit buah kering karena sinar matahari, maka akan mengerut dan pecah mendadak (meledak).

b) Gerak higroskopis

Terjadi pada buah dalam keadaan basah dan karena perbedaan kadar air, kulit buah akan pecah. Misalnya: nangka.

yang paling terkenal sampai sekarang. Buku ini menjelaskan evolusi melalui garis keturunan yang sama sebagai penjelasan ilmiah yang dominan mengenai keanekaragaman di dalam alam. Darwin diangkat menjadi *Fellow of the Royal Society*, melanjutkan penelitiannya, dan menulis serangkaian buku tentang tanaman dan binatang, termasuk manusia, dan yang menonjol adalah *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* dan *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. Bukunya yang terakhir adalah tentang cacing tanah.



Gambar 4.20
Biji-biji kapas dapat memencar dengan bantuan angin



Gambar 4.21
Pemencaran tumbuhan kelapa dibantu dengan air

- c) *Mekanisme pedupaan (dengan penggoyangan), misalnya jagung*

Terjadi karena adanya penggoyangan, misalnya oleh tiupan angin. Contoh: jagung.

b. Pemencaran Tumbuhan dengan Bantuan Faktor Luar

Pemencaran ini dibedakan menjadi anemokori, hidrokor, zookori, dan antropokori.

1) Anemokomori

Anemokori adalah pemencaran dengan bantuan angin. Biasanya terjadi pada struktur biji yang dapat terbang, misalnya ringan dan kecil (biji anggrek), bersayap (biji mahoni), dan berjambul (biji aster, gerbera, dan kapas).

2) Hidrokor

Hidrokor adalah pemencaran tumbuhan dengan bantuan air. Terjadi pada biji yang berat jenisnya kurang dari satu dan mempunyai perlindungan yang baik (kulit biji ada 3 lapis), misalnya pada kelapa.

3) Zookori

Zookori adalah pemencaran tumbuhan dengan bantuan hewan. Zookori dibedakan menjadi:

- Entomokori (dengan bantuan serangga, misalnya tumbuhan bunga).
- Ornitokori (dengan bantuan burung, misalnya tumbuhan biji-bijian).
- Kiropterokori (dengan bantuan kelelawar, misalnya tumbuhan buah-buahan).
- Mamokori (dengan bantuan mamalia, misalnya kopi oleh musang).

4) Antropokori (dengan bantuan manusia)

Antropokori dapat terjadi secara sengaja (eksozoit). Misalnya, terjadi pada tumbuhan yang mendatangkan keuntungan (kopi, cengkeh, padi, dan lain-lain). Secara tidak sengaja (endozoit), misalnya biji rumput jarum yang menempel pada pakaian atau bahan lain yang dibawa oleh manusia.

D. Perkembangbiakan pada Hewan

Perkembangbiakan pada hewan bisa terjadi secara aseksual dan seksual. Hewan avertebrata memiliki cara reproduksi yang berbeda dengan hewan vertebrata.

1. Reproduksi pada Hewan Avertebrata

Reproduksi pada hewan avertebrata dapat terjadi secara vegetatif maupun generatif.

a. Secara Vegetatif

Perkembangbiakan secara vegetatif pada hewan avertebrata adalah dengan cara-cara sebagai berikut.

- 1) Pembelahan biner, contoh: Protozoa.
- 2) Fragmentasi (memisahkan sebagian koloni), contoh: Volvox.
- 3) Sporalasi (dengan membentuk spora), contoh: Plasmodium.
- 4) Tunas atau gemule, contoh: hydra, porifera, dan colenterata.
- 5) Regenerasi (membentuk kembali bagian tubuh yang hilang). Contoh: cacing planaria dan bintang laut.

b. Secara Generatif

Perkembangbiakan secara generatif pada hewan avertebrata adalah dengan cara-cara sebagai berikut.

- 1) Partenogenesis (individu baru berasal dari sel telur yang tidak dibuahi), contoh: semut jantan dan lebah jantan.
- 2) Dengan pembuahan, individu baru berasal dari peleburan sel kelamin betina atau sel telur dan sel kelamin jantan atau spermatozoa.
 - a) Konjugasi, yaitu reproduksi pada organisme yang belum jelas alat kelaminnya, antara individu jantan dan betina belum bisa dibedakan. Contoh: cacing dan Paramecium.
 - b) Anisogami, peleburan gamet yang tidak sama besar. Contoh: terjadi pada plasmodium dalam tubuh nyamuk.
 - c) Hermafrodit, merupakan peristiwa yang menyimpang dari kebiasaan, yaitu individu mampu menghasilkan sel kelamin jantan dan betina. Contoh: hydra, cacing pita, dan cacing tanah.

2. Reproduksi pada Hewan Vertebrata

Reproduksi pada hewan vertebrata hanya terjadi secara generatif. Terjadinya individu baru didahului dengan adanya peleburan sel kelamin jantan dan betina (pembuahan/fertilisasi). Reproduksi pada vertebrata dibedakan menjadi ovipar, vivipar, dan ovovivipar.

Info



Hewan avertebrata dapat melakukan perkembangbiakan secara vegetatif dan generatif, sedangkan hewan vertebrata hanya dapat melakukan perkembangbiakan secara generatif saja.

Sumber: google.co.id



Gambar 4.22
Ayam merupakan hewan ovipar

Sumber: google.co.id



Gambar 4.23
Kadal merupakan hewan ovovivipar

Sumber: google.co.id



Gambar 4.24
Kucing merupakan hewan vivipar

a) Ovipar (bertelur)

Ovipar terjadi pada hewan yang meletakkan telurnya di luar tubuh induk betina. Contoh: unggas, ikan, dan katak.

b) Ovovivipar (bertelur beranak)

Sebenarnya hewan ini bertelur, tetapi embrio berkembang pada saat telur masih berada di dalam tubuh induk betina. Contoh: pada sebagian reptil (kadal dan ular).

c) Vivipar (beranak)

Embrio berkembang dalam rahim induk betina. Embrio mendapatkan makanan dari tubuh induk betina melalui plasenta. Contoh: mamalia dan manusia.

a. Proses Pembuahan pada Hewan

Pada hewan tingkat tinggi, jenis kelamin antara hewan jantan dan betina dapat dibedakan. Proses pembuahan berdasarkan tempatnya, dibedakan menjadi pembuahan di luar tubuh dan pembuahan di dalam tubuh.

1) Pembuahan di luar tubuh

Pembuahan di luar tubuh dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- Pembuahan luar secara acak, yaitu peristiwa pengeluaran sperma dan sel telur oleh hewan jantan dan betina secara bersamaan di sembarang tempat dalam air. Contoh: katak dan ikan.
- Pembuahan luar dalam sarang, sperma dan sel telur disimpan di dalam sarang atau cekungan.

2) Pembuahan di dalam tubuh

Pembuahan di dalam tubuh disebut juga fertilisasi internal, terjadi dalam tubuh induk betina. Sel telur dari ovarium yang dihasilkan hewan betina dewasa disalurkan ke saluran telur. Sedangkan, hewan jantan memasukkan sperma ke dalam organ reproduksi betina. Dalam saluran telur terjadi pembuahan atau pertemuan antara sel telur dan sperma. Pembuahan ini dilakukan umumnya pada hewan-hewan reptil, burung, mamalia, serta beberapa jenis ikan dan amfibi.

Aktivitas Siswa

Coba kamu cari informasi bagaimana sistem perkembangbiakan pada hewan reptil, burung, ikan, dan amfibi. Diskusikanlah bersama teman-temanmu. Kemudian, kumpulkan ke gurumu untuk dinilai.

b. Perkembangbiakan Seksual pada Mamalia

Perkembangbiakan secara seksual pada mamalia adalah sebagai berikut.

1) Alat perkembangbiakan pada hewan jantan

Hewan jantan mempunyai sepasang testis berbentuk bulat, terletak di dalam kantung yang disebut skrotum. Testis memproduksi sel kelamin jantan (spermatozoa) yang dikeluarkan melalui saluran sperma (vas deferens). Pada alat kelamin bagian luar terdapat penis yang mempunyai fungsi untuk memasukkan sel sperma ke dalam alat kelamin betina.

2) Alat perkembangbiakan pada hewan betina

Hewan betina mempunyai sepasang ovarium yang terletak di sebelah kanan dan kiri ginjal, ukurannya sangat kecil, berfungsi menghasilkan ovum (sel telur). Jika ovum telah matang, akan terjadi ovulasi (pelepasan ovum) dan keluar ke oviduk menuju uterus (rahim). Uterus merupakan tempat pertumbuhan dan perkembangan embrio. Setelah uterus, terdapat vagina yang merupakan alat perkawinan luar, yaitu lubang tempat masuknya sel sperma.

3) Cara perkembangbiakan secara seksual

Jika hewan telah memasuki tahap kedewasaan, sel telur akan dihasilkan dan terjadi ovulasi. Bila terjadi perkawinan, sperma masuk ke dalam alat reproduksi betina. Ovum yang telah diovulasi akan dibuahi dan terjadi di dalam oviduk. Setelah terjadi pembuahan, dihasilkan zigot yang akan bergerak menuju uterus dan menempel pada dinding uterus. Zigot tumbuh dan berkembang menjadi embrio. Untuk memperoleh makanan dan oksigen dari induk, embrio dan induk dihubungkan dengan plasenta dan tali pusat. Embrio setelah mencapai kesempurnaan berubah menjadi fetus (janin) dan siap dilahirkan. Lamanya fetus atau masa kehamilan dalam uterus tiap hewan berbeda-beda.

Pikirkanlah

Apa perbedaan antara cara perkembangbiakan secara seksual dengan cara perkembangbiakan secara aseksual? Kemukakan pendapatmu!

E. Tingkat Reproduksi

Tingkat reproduksi adalah kemampuan suatu organisme untuk berkembang biak. Artinya, tingkat reproduksi adalah kemampuan suatu organisme untuk menghasilkan keturunan. Tingkat reproduksi sangat mempengaruhi kelangsungan hidupnya suatu organisme.

Tingkat organisme dapat dikatakan rendah bila jumlah keturunan yang dihasilkan sedikit dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Akibatnya, organisme tersebut akan mengalami kepunahan dan menjadi langka. Contohnya adalah badak bercula satu. Untuk menghasilkan satu keturunan atau satu anak membutuhkan waktu ± 6 tahun. Contoh lain adalah harimau sumatra, panda, dan koala.

Tingkat organisme dikatakan tinggi bila mampu menghasilkan keturunan yang banyak dalam waktu yang singkat. Makin banyak suatu makhluk hidup menghasilkan anak atau keturunan, secara tidak langsung kelangsungan hidup makhluk hidup tersebut mampu dipertahankan dan terhindar dari kepunahan. Contohnya adalah sapi, kambing, kelinci, ayam, itik, dan kuda.

Menguji Diri



1. Jelaskan jenis-jenis adaptasi pada makhluk hidup! Berikan contohnya!
2. Jelaskan akibat yang muncul dari hasil seleksi alam!
3. Jelaskan cara perkembangbiakan pada tumbuhan!
4. Jelaskan cara perkembangbiakan pada hewan!
5. Jelaskan pengertian dari tingkat reproduksi!



Kilas Materi

- Adaptasi morfologi adalah penyesuaian bentuk tubuh atau struktur tubuh tertentu suatu organisme terhadap lingkungannya.
- Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi kerja alat-alat tubuh suatu organisme terhadap lingkungannya.
- Adaptasi tingkah laku adalah perubahan perilaku suatu organisme untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya.
- Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan secara kawin, terjadinya individu baru didahului dengan peleburan sel kelamin jantan dan betina.
- Perkembangbiakan vegetatif atau aseksual adalah perkembangbiakan secara tidak kawin, individu baru berasal dari bagian-bagian tubuh induknya.
- Perkembangbiakan secara vegetatif alami terdiri dari membelah diri, spora, stolon atau geragih, umbi akar, umbi batang, umbi lapis, rimpang atau rhizoma, tunas, dan tunas adventif.

- Vegetatif buatan terbagi menjadi beberapa macam, yaitu mencangkok, menyambung atau mengenten, menempel atau okulasi, stek, dan merunduk.
- Reproduksi generatif pada tumbuhan dilakukan dengan cara konjugasi, isogami, anisogami, dan penyerbukan yang diikuti dengan pembuahan.
- Reproduksi secara vegetatif pada hewan avertebrata adalah dengan cara pembelahan biner, fragmentasi, sporulasi (dengan membentuk spora), tunas atau gemule, dan regenerasi (membentuk kembali bagian tubuh yang hilang).
- Reproduksi secara generatif pada hewan avertebrata adalah dengan cara partenogenesis dan pembuahan.
- Reproduksi pada vertebrata dibedakan menjadi ovivar, ovovivivar, dan vivivar.
- Tingkat reproduksi adalah kemampuan suatu organisme untuk berkembang biak atau menghasilkan keturunan.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang kelangsungan hidup makhluk hidup, coba kamu jelaskan kembali tentang cara-cara makhluk hidup mempertahankan kelangsungan hidupnya! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh dengan mempelajari kelangsungan makhluk hidup?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Adaptasi adalah
 - a. kemampuan organisme memenangkan kompetisi di wilayahnya
 - b. tempat hidup sejenis organisme tertentu
 - c. kemampuan organisme menyesuaikan diri dengan lingkungannya
 - d. kemampuan organisme untuk melestarikan jenisnya
2. Makhluk hidup yang mampu beradaptasi akan
 - a. punah
 - b. langka
 - c. lestari
 - d. terseleksi
3. Penyesuaian bentuk dan struktur tubuh dengan lingkungannya disebut adaptasi
 - a. morfologi
 - b. fisiologi
 - c. tingkah laku
 - d. habitat
4. Kaki itik berbeda bentuknya dengan kaki ayam. Hal ini termasuk adaptasi
 - a. morfologi
 - b. fisiologi
 - c. tingkah laku
 - d. makan
5. Kelangsungan hidup suatu makhluk hidup dapat dilihat dari
 - a. tingkah lakunya
 - b. perkembangbiakannya
 - c. adaptasinya
 - d. habitatnya
6. Keturunan baru yang dihasilkan berasal dari bagian tubuh induknya adalah ciri dari perkembangbiakan secara
 - a. aseksual
 - b. seksual
 - c. generatif
 - d. partenogenesis
7. Organisme yang berkembang biak tidak secara membelah diri adalah
 - a. ganggang biru
 - b. bakteri
 - c. jamur
 - d. amuba
8. Perkembangbiakan yang menggabungkan sifat-sifat dua tanaman adalah
 - a. cangkok
 - b. stek
 - c. okulasi
 - d. merunduk
9. Batang yang tumbuh mendatar atau menjalar di dalam tanah disebut
 - a. umbi batang
 - b. rhizoma
 - c. geragih
 - d. umbi lapis
10. Tempat terjadinya proses penyerbukan adalah
 - a. kepala sari
 - b. kepala putik
 - c. tangkai putik
 - d. tangkai sari

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan adaptasi morfologi? Jelaskan dan berikan contoh!
2. Apa hubungan antara adaptasi dan evolusi? Jelaskan!
3. Sebutkan tiga macam reproduksi vegetatif dan generatif! Jelaskan!
4. Sebutkan macam-macam penyerbukan dengan perantara hewan!
5. Jelaskan perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan!



1. Jika kamu memperhatikan hewan dan tumbuhan yang ada di sekitarmu, kamu akan menemukan berbagai macam perbedaan di antara hewan dan tumbuhan tersebut. Coba kamu cari perbedaan-perbedaan tersebut yang ada di sekitarmu! Mengapa demikian?
 2. Jelaskan perbedaan antara penyerbukan pada tumbuhan berbiji terbuka dengan penyerbukan pada tumbuhan berbiji tertutup! Mengapa demikian?
 3. Apakah manusia melakukan adaptasi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya? Berikan contohnya! Kajiilah bersama teman sekelompokmu!
-

Bab

5

Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

Sumber: image.google.co.id

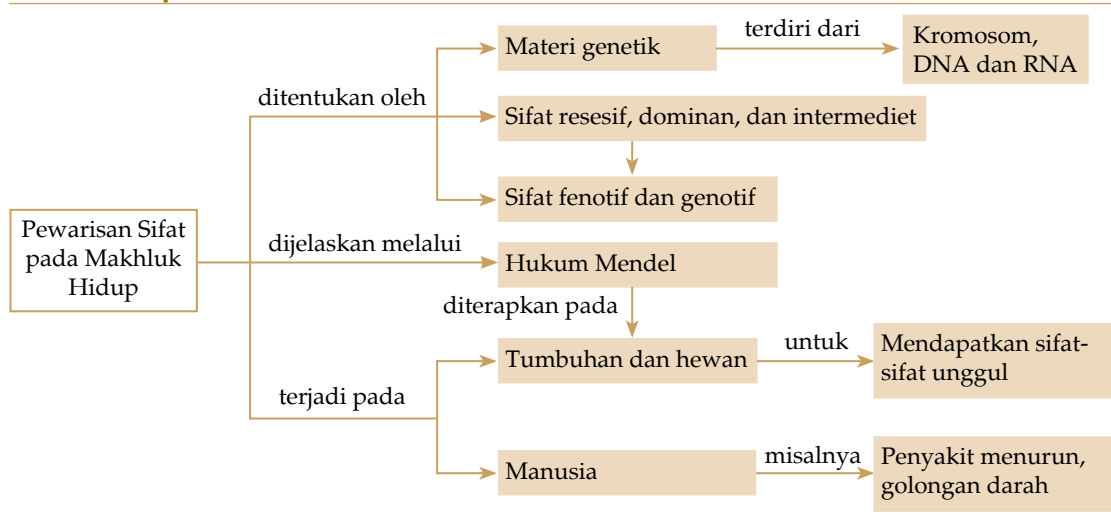


Gambar 5.1
Mangga

Mangga merupakan buah yang memiliki keanekaragaman jenis. Tiap jenis memiliki sifat yang khas, baik ukuran maupun rasanya. Misalnya, “harum manis” memiliki ukuran besar dan rasanya manis. Bagaimanakah mangga “harum manis” dikawinkan dengan mangga lain yang sifatnya berbeda, misalnya ukuran kecil dan rasanya asam? Bagaimanakah hasilnya? Mengapa demikian? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya? Apakah hal ini berlaku pada manusia? Cobalah kamu temukan jawabannya pada pembahasan bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan materi, genetis dan fungsinya dalam pewarisan sifat, membedakan sifat dominan, resesif, dan intermediet, menentukan gamet keturunan berdasarkan hukum Mendel, mendeskripsikan penerapan pewarisan sifat pada tumbuhan dan hewan, serta mendeskripsikan pewarisan sifat pada manusia.

Peta Konsep



Setiap makhluk hidup memiliki sifat yang berbeda-beda. Hal ini tergantung dari gen yang diturunkan dari orang tuanya. Menurut ilmu Biologi, orang pertama yang memperkenalkan teori-teori tentang keturunan adalah **Gregor Mendel** (1822-1884), yang disebut sebagai Bapak Genetika.

Teori-teori Mendel terkenal dengan sebutan **Hukum Keturunan Mendel**. Dalam penelitiannya, Mendel menggunakan tanaman kapri atau ercis (*Pisum sativum*). Dari karya Mendel inilah tercipta ilmu genetika. Saat ini ilmu genetika mengalami kemajuan sehingga para ahli genetika dapat mendiagnosis kelainan genetik pada janin sebelum kelahiran.

A. Materi Genetik

Genetika adalah cabang biologi yang mempelajari sifat keturunan dari induk kepada keturunannya.

1. Kromosom

Kromosom merupakan zat yang mudah mengikat zat warna sehingga mudah diamati sewaktu sel membelah. Kromosom terdapat di dalam inti sel berupa benang halus berbentuk bengkok atau seperti batang. Zat penyusun kromosom disebut **kromatin**, yaitu serabut halus yang terjalin seperti benang. Kromosom terdiri atas belahan dua benang halus yang sama, disebut **kromatid**.

Dalam kromosom terdapat gen yang membawa sifat-sifat keturunan atau disebut juga faktor keturunan. Gen tersusun secara teratur pada suatu deretan tertentu dan berada di dalam lokus. Fungsi gen adalah mengatur metabolisme dan perkembangan setiap individu dan sebagai pemberi informasi genetik pada generasi selanjutnya.

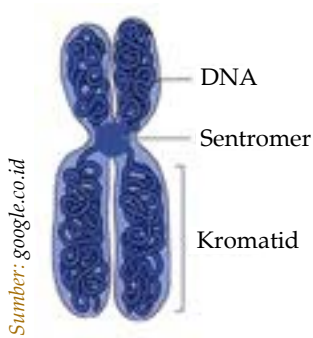
Jumlah kromosom setiap spesies berbeda-beda. Hal ini bergantung pada genotif yang dibawa setiap individu dari induknya. Kromosom lebih mudah dilihat atau diamati jika digunakan teknik pewarnaan khusus selama nukleus membelah. Pada saat nukleus membelah diri, kromosom menjadi lebih tebal dan pendek, serta dapat menghisap zat pewarna.



Gregor Johann Mendel (1822 - 1884)

adalah biarawan dari Austria yang percobaannya menjadi dasar dari teori hereditas (pewarisan sifat). Mendel dilahirkan pada 22 Juli 1822 di Heinzendorf (sekarang Hynčice, Republik Ceko). Ia dikenal sebagai bapak genetika modern karena telah mengembangkan prinsip genetika dengan mempelajari variasi keturunan pada kacang ercis. Walaupun signifikansi dari hasil pekerjaannya tidak dikenali semasa ia masih hidup, tetapi sekarang menjadi basis untuk bidang genetika.

Sumber: image.google.co.id



Gambar 5.2
Kromosom

I



Suatu organisme memiliki bentuk, letak, dan jumlah kromosom yang berbeda dengan organisme lainnya.

Bagian-bagian dari kromosom adalah sebagai berikut:

a. Sentromer (Kinetokor)

Sentromer adalah bagian yang menyempit dan tampak lebih terang. Sentromer membagi kromosom menjadi dua lengan dan dianggap sebagai kepala kromosom. Biasanya digambar sebagai bulatan. Sentromer berfungsi sebagai tempat menggantungnya kromosom pada gelendong sel (*spindle*) ketika sel membelah.

b. Lengan Kromosom

Lengan kromosom merupakan badan kromosom yang mengandung kromonema, yaitu struktur berbentuk benang halus berpilin, tempat gen-gen berderet.

Berdasarkan letak sentromer, kromosom dibagi menjadi beberapa bentuk, yaitu:

1) Metasentris

Sentromer terletak di tengah kromosom. Kromosom terbagi menjadi dua bagian yang sama bentuknya seperti huruf V.

2) Submetasentris

Sentromer terletak agak ke tengah atau ke arah salah satu ujung kromosom. Kromosom terbagi menjadi dua lengan tak sama panjang. Bentuk seperti huruf J.

3) Akrosentris

Sentromer terletak di dekat ujung kromosom. Oleh karena itu, kromosom tetap lurus seperti batang. Satu lengan sangat pendek, sedangkan lengan yang lain panjang.

4) Telosentris

Sentromer terletak di ujung kromosom. Oleh karena itu, kromosom terdiri atas satu lengan, dan berbentuk lurus seperti batang.

Suatu organisme memiliki bentuk, letak, dan jumlah kromosom yang berbeda dengan organisme lainnya. Kromosom di dalam inti sel selalu terdiri atas dua perangkat (diploid), kecuali kromosom pada inti sel kelamin (gamet) jantan atau betina yang mempunyai jumlah setengah dari jumlah kromosom seluruh tubuh, yaitu hanya seperangkat (haploid). Contoh jumlah kromosom dari beberapa organisme terdapat dalam tabel berikut.

Tabel 5.1 Jumlah Kromosom dari Beberapa Organisme

Nama Organisme	Jumlah Kromosom Diploid
Belalang	24
Ikan Mas	100
Ayam	78
Kelinci	44
Kucing	38
Simpanse	48
Kambing	60
Manusia	46
Jagung	20
Padi	24

Pikirkanlah !

Mengapa jumlah kromosom dari tiap-tiap organisme berbeda bentuk, letak, dan jumlahnya? Kemukakan pendapatmu!

Kromosom pada manusia dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

1) Autosom (kromosom tubuh)

Kromosom autosom adalah kromosom yang tidak ada hubungannya dengan penentuan jenis kelamin. Dari 46 kromosom (23 pasang) di dalam inti sel tubuh manusia, 44 buah (22 pasang) merupakan autosom ($2n$ /diploid).

2) Seks kromosom (gonosom)

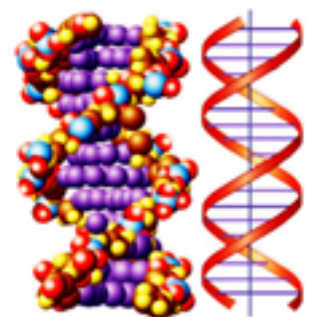
Sepasang kromosom yang menentukan jenis kelamin (haploid), pada wanita XX dan pada pria XY. Jadi, dalam 46 kromosom manusia terdapat 22 pasang autosom dan sepasang gonosom. Wanita 22 autosom + XX, dan pria 22 autosom + XY. Sedangkan, dalam sel gamet terdapat satu sel tunggal 22A ditambah 1 kromosom seks X atau Y.

2. DNA dan RNA

Gen pada makhluk hidup dibentuk oleh suatu susunan kimia yang terdiri atas nukleoprotein yang merupakan senyawa dari asam nukleat dan protein. Asam nukleat terdiri atas dua tipe, yaitu *Deoxyribonucleic acid* (DNA) dan *Ribonucleic acid* (RNA).

DNA mengandung informasi genetik suatu makhluk hidup yang akan diturunkan kepada keturunannya. Umumnya, DNA terdapat di dalam kromosom. Sedangkan, RNA dan protein banyak terdapat di dalam sitoplasma.

DNA terdiri atas rangkaian empat jenis unsur molekul atau nukleotida yang tersusun sebagai serat yang membelit



Sumber: google.co.id

Gambar 5.3
DNA double helix

secara spiral. RNA memiliki ukuran yang lebih pendek daripada DNA dan berbentuk pita tunggal.

B. Sifat Resesif, Dominan, dan Intermediet

Suatu persilangan antara induk atau disebut parental (P) akan menghasilkan keturunan atau filial (F) yang memiliki sifat salah satu induknya. Sifat yang muncul pada keturunannya dengan mengalahkan sifat pasangannya disebut sifat dominan. Sebaliknya, sifat yang tidak muncul karena ditutupi oleh pasangannya disebut sifat resesif. Misalnya, bunga berwarna ungu disilangkan dengan bunga berwarna putih akan muncul bunga berwarna ungu.

Selain dominan dan resesif, ada sifat yang merupakan gabungan antara kedua induknya. Kedua sifat induk saling mempengaruhi menghasilkan sifat antara (intermediet). Contohnya, bunga mawar merah disilangkan dengan bunga mawar putih akan menghasilkan bunga mawar berwarna merah muda.

C. Sifat Genotip dan Fenotip

Dalam suatu persilangan terdapat sifat genotif dan fenotif. Genotip adalah susunan genetik suatu individu (sesuatu yang tidak dapat diamati). Sifat genotip suatu individu diberi simbol dengan huruf dobel. Misalnya, genotip untuk tanaman berbatang tinggi = TT, genotip untuk tanaman berbatang rendah = tt. Huruf T dan t disebut gamet.

Gen dibagi menjadi dua macam, ada yang merupakan gen homozigot dan ada juga yang merupakan gen heterozigot. Homozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang sama dari tiap jenis gen, misalnya AA dan aa. Sedangkan, heterozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang berlainan dari tiap jenis gen, misalnya Aa dan Bb.

Bentuk luar atau sifat-sifat yang dapat diamati disebut fenotip. Fenotip sangat dipengaruhi oleh gen dan lingkungan. Jika gen suatu tanaman memiliki sifat tinggi, tetapi jika lingkungan tidak mendukung, maka tanaman tersebut tidak akan mencapai tinggi yang seharusnya. Fenotip tidak diberi simbol, tetapi ditulis sesuai penampakan. Misalnya, warna bunga merah, rasa buah manis, batang tinggi atau pendek. Suatu bunga berwarna merah, fenotipnya disebut berwarna merah, dan genotifnya ditulis MM atau Mm.

Info



Dua individu yang memiliki sifat fenotip yang sama belum tentu memiliki genotip yang sama. Genotipnya bisa homozigot bisa juga heterozigot.

Dua individu yang memiliki sifat fenotip yang sama belum tentu memiliki genotip yang sama. Genotifnya bisa homozigot bisa juga heterozigot. Misalnya, dua pohon berbatang tinggi, bisa memiliki genotip TT atau Tt dengan fenotipnya sama.

Aktivitas Siswa

Tujuan: Memahami sifat-sifat pada manusia.

Coba kamu amati dan tulis sifat dominan pada anggota keluargamu. Kemudian, tulislah hasil pengamatanmu ke dalam tabel berikut:

No.	Sifat yang Diamati	Ayah	Ibu	Anak ke-1	Anak ke-2
1.	Warna rambut				
2.	Bentuk rambut				
3.	Bentuk wajah				
4.	Bentuk hidung				
5.	Warna hidung				

Pertanyaan:

1. Dari hasil pengamatanmu, di antara sifat-sifat yang dimiliki oleh ayah dan ibu, manakah yang lebih dominan?
2. Apakah yang dimaksud dengan gen? Apa fungsinya?
3. Manfaat apa yang kamu peroleh setelah melakukan kegiatan tadi?

D. Percobaan Mendel

Mendel berhasil memisahkan gen melalui penelitian selama delapan tahun. Kemudian, terkenal dengan sebutan Hukum Mendel atau Hukum Pemisahan Gen. Mendel melakukan percobaan menggunakan kacang ercis (*Pisum sativum*). Mengapa Mendel menggunakan kacang ercis untuk penelitiannya, bukan tumbuhan lain? Kacang ercis memiliki beberapa kelebihan dibandingkan tanaman yang lain, yaitu:

- 1) Kacang ercis memiliki pasangan yang sifatnya kontras. Misalnya, biji bulat dengan biji keriput, atau berbatang tinggi dengan berbatang pendek.
- 2) Dapat melakukan penyerbukan sendiri.
- 3) Mudah disilangkan.
- 4) Memiliki daur hidup yang pendek sehingga untuk menghasilkan satu generasi tidak memerlukan waktu yang lama.
- 5) Bisa menghasilkan keturunan yang banyak.



Gambar 5.4
Kacang ercis

Sumber: google.co.id

Setelah mengamati dengan teliti, Mendel mendapatkan tujuh galur murni yang saling bertolak belakang pada kacang ercis. Galur murni adalah tanaman yang memiliki sifat tidak berubah dari generasi ke generasi. Tanaman galur murni tersebut dapat kamu lihat dalam tabel berikut.

Tabel 5.2 Tanaman Galur Murni

Galur Murni	Sifat Beda
Biji bulat	Biji keriput
Biji kuning	Biji hijau
Bentuk halus	Bentuk keriput
Warna hijau	Warna kuning
Bunga merah	Bunga putih
Bunga di ketiak daun	Bunga di ujung daun
Batang tinggi	Batang pendek

1. Cara Penurunan Sifat

Sifat beda yang diturunkan induk kepada keturunannya ditulis dengan simbol huruf. Satu huruf menyatakan sifat yang didapat dari salah satu induknya, sedangkan sepasang huruf menyatakan sifat beda dari kedua induknya. Induk menurunkan sifat beda pada keturunannya melalui sel kelamin jantan atau betina. Oleh karena itu, sifat beda pada sel kelamin dinyatakan dengan satu huruf.

Saat perkawinan atau persilangan berlangsung, terjadi peleburan sel kelamin jantan dan betina. Kedua sifat beda yang bergabung menjadi satu dalam individu tersebut dinyatakan dengan dua huruf.

Contohnya:

- Suatu individu mempunyai sifat yang dinyatakan TT. Huruf T menyatakan sifat batang tinggi, gametnya adalah T dan T.
- Sifat yang lain dinyatakan dengan tt, dimana t menyatakan sifat batang pendek, gametnya t dan t.

Dapat dijelaskan bahwa cara penurunan sifat dapat digambarkan sebagai berikut:

P (orang tua/induk):

Tumbuhan berbatang tinggi × tumbuhan berbatang pendek

Genotip : TT × tt

Fenotip : tinggi × pendek

Gamet :	T	×	t
	T	×	t

F1 (filial): Tt,Tt (berbatang tinggi)

Jika :	F1	×	F1
Genotip :	Tt	×	Tt
Gamet :	T	×	T
	t	×	t

F2	: TT (batang tinggi)	Tt (batang tinggi)
	Tt (batang tinggi)	tt (batang pendek)

(× = disilangkan atau dikawinkan)

2. Persilangan Dua Individu dengan Satu Sifat Beda

Persilangan dua individu dengan satu sifat beda disebut dengan monohibrid.

a. Dominan Penuh

Suatu persilangan disebut dominan penuh apabila pada keturunannya sifat dominan menguasai sifat resesif.

Contoh:

Persilangan antara biji kacang polong berwarna kuning dengan biji kacang polong berwarna hijau, dihasilkan biji kacang polong berwarna kuning. Hal ini menunjukkan bahwa warna kuning bersifat dominan, dan hijau bersifat resesif.

Skema persilangannya:

P : kacang polong berwarna kuning × kacang polong berwarna hijau
 Fenotip : Kuning × Hijau
 Genotip : KK × kk
 Gamet : Kk
 Kk

(Jika hanya satu sifat beda, homozigot bisa ditulis satu huruf saja)

F1 : Kk, Kk

Fenotip keseluruhan adalah biji kacang polong berwarna kuning. Jika F1 disilangkan dengan F1, skema persilangannya adalah:

F2 : F1 × F1
 Fenotip : Kuning × Kuning
 Genotip : Kk × Kk

Info



Monohibrid adalah persilangan dua individu dengan satu sifat beda.

Gamet : K × K
k × k

Hasil : KK, Kk, Kk, kk

Dengan salah satu induk yang bersifat dominan, diperoleh perbandingan biji warna kuning : hijau = 3 : 1.

Aktivitas Siswa

Tujuan: Memahami peristiwa persilangan monohibrid.

Persilangan antara tumbuhan berbiji bulat dan biji berlekuk.

Diperoleh hasil keturunan dengan tumbuhan berbiji bulat.

- Tulis skema persilangannya!
- Tumbuhan mana yang bersifat dominan dan resesif? Mengapa?
- Buatlah persilangan antara F1-nya!
- Dari hasil persilangan antara F1, berapa persen (%) perbandingan hasil keturunannya?

(B untuk bulat, b untuk berlekuk)

b. Dominan Tidak Penuh

Dominan tidak penuh terjadi jika kedua gen induk saling mempengaruhi sehingga menghasilkan sifat antara. Sebagai contoh adalah persilangan antara tanaman bunga pukul empat (*mirabilis jalapa*) warna merah homozigot (genotip MM) dengan bunga pukul empat warna putih (genotip mm), diperoleh tanaman F1 heterozigot berbunga warna merah jambu (genotip Mm).

Jika tanaman F1 disilangkan dengan F1, diperoleh keturunan F2 yang memperlihatkan perbandingan fenotip merah : merah jambu : putih = 1 : 2 : 1.

Perbandingan ini diperoleh karena sifat merah yang tidak dominan penuh terhadap sifat putih, disebut dengan sifat intermediet, dan warna merah muda disebut warna intermediet.

Tanaman bunga merah (MM) dan bunga putih (mm) merupakan galur murni karena memberikan keturunan yang selalu tetap.

Galur murni adalah garis keturunan yang bergenotip homozigot untuk semua sifat unggul. Untuk lebih jelasnya, pahami bagan persilangan berikut:

P	:	MM	×	mm
	:	merah	×	putih

Gamet	:	M	×	m
F1	:	Mm		
	:	Merah muda		
F2	:	F1	×	F1
		Mm	×	Mm
Gamet	:	M	×	M
		m	×	m
F2	:	MM (merah)		
		Mm (merah muda)		
		Mm (merah muda)		
		mm (putih)		

Pikirkanlah

Mengapa pada persilangan bunga merah yang bersifat intermediet dengan bunga putih menghasilkan keturunan bunga yang berwarna merah muda? Jelaskan!

Perbandingan fenotip warna merah : merah muda : putih adalah 1 : 2 : 1.

3. Persilangan Dua Individu dengan Dua Sifat Beda

Persilangan antara dua individu dengan dua sifat beda ini disebut dengan persilangan dihibrida. Misalnya, beda antara bentuk dan warna biji kapri. Jika disilangkan antara tanaman kapri biji bulat warna kuning homozigot (BBKK) dengan tanaman kapri biji kerut warna hijau homozigot (bbkk). Dihasilkan semua tanaman F1 (dihibrida) adalah sama, yaitu berbiji bulat kuning (BbKk).

B : sifat bulat	K : sifat kuning
b : sifat kerut	k : sifat hijau

Bila disilangkan antara F1 dengan F1, maka dihasilkan keturunan F2 yang memperlihatkan 16 kombinasi yang terdiri atas 4 macam fenotip, yaitu berbiji bulat kuning, bulat hijau, kerut kuning, dan kerut hijau. Perhatikanlah bagan persilangan berikut.

P	:	BBKK	×	bbkk
		bulat, kuning	×	kerut, hijau
Gamet	:	BK	×	bk
F1	:	BbKk		
F2	:	F1	×	F1
		BbKk	×	BbKk
Gamet	:	BK	×	BK
		Bk	×	Bk
		bK	×	bK
		bk	×	bk



Dihibrida adalah persilangan antara dua individu dengan dua sifat beda.

Betina \ Jantan	BK	Bk	bK	bk
BK	BBKK (1)	BBKk (2)	BbKK (3)	BbKk (4)
Bk	BBKk (5)	BBkk (6)	BbKk (7)	Bbkk (8)
bK	BbKK (9)	BbKk (10)	bbKK (11)	bbKk (12)
bk	BbKk (13)	Bbkk (14)	bbKk (15)	Bbkk (16)

Berdasarkan tabel di atas dapat diperoleh kemungkinan genotip dan fenotipnya. Individu yang mengandung gen B mempunyai biji bulat, sedangkan individu yang mengandung K memiliki biji berwarna kuning. Oleh karena itu, terdapat empat fenotip pada F₂, yaitu:

- (1) bulat-kuning : nomor 1,2,3,4,5,7,9,10,13
- (2) bulat-hijau : nomor 6,8,14
- (3) keriput-kuning : nomor 11,12,15
- (4) keriput-hijau : nomor 16

Genotip BBKK mempunyai sifat homozigot dominan, disebut galur murni dominan. Sedangkan, genotip bbkk bersifat homozigot resesif, disebut galur murni resesif.

Perbandingan fenotip F₂ adalah bulat kuning : bulat hijau : keriput kuning : keriput hijau adalah 9 : 3 : 3 : 1.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4-5 orang.

Tujuan: Memahami persilangan dihibrida.

Pahami soal berikut:

Seekor tikus galur murni berambut panjang dan warna hitam disilangkan dengan tikus galur murni rambut pendek dan warna cokelat. Rambut panjang dominan terhadap warna cokelat. Selanjutnya, F₁ disilangkan dengan F₁. Untuk memudahkan tentukanlah lebih dahulu:

1. Simbol untuk pasangan gen yang ditentukan.
2. Genotip dan gamet yang dihasilkan dari induk/parental.
3. Tuliskan persilangan parental dan hasil F₁.
4. Tentukan genotip dan gamet F₁.
5. Tuliskan persilangan antara F₁ dengan F₁. Buatlah papan catur persilangannya! Selanjutnya, tentukan genotip dan fenotip F₂, jumlah, dan persentasenya.

E. Penerapan Pewarisan Sifat pada Tumbuhan dan Hewan

Pewarisan sifat pada tumbuhan dan hewan dimanfaatkan oleh manusia untuk mendapatkan bibit unggul. Sifat unggul adalah sifat-sifat yang baik yang ada pada organisme, dipandang dari sudut kebutuhan manusia. Sifat-sifat unggul tersebut umumnya dilihat dari fenotip organisme tersebut.

1. Sifat-Sifat Unggul pada Hewan

Sifat-sifat unggul yang terdapat pada hewan adalah:

- a) Tidak mudah terserang penyakit.
- b) Pemeliharaannya mudah.
- c) Pada jenis hewan pedaging menghasilkan daging dengan mutu baik.
- d) Pada unggas petelur dihasilkan telur yang banyak dengan mutu baik.
- e) Umur pendek, tapi cepat diperoleh hasil sehingga mengurangi biaya pemeliharaan.
- f) Mudah dan cepat dikembangbiakkan.
- g) Dapat menyesuaikan dengan lingkungan yang tidak menguntungkan.

2. Sifat-Sifat Unggul pada Tanaman

Sifat-sifat unggul yang terdapat pada tanaman adalah:

- a) Tidak mudah terserang hama dan penyakit tanaman.
- b) Pemeliharaannya mudah.
- c) Mudah tumbuh di kondisi yang tidak menguntungkan.
- d) Mempunyai umur pendek dan cepat dipanen.
- e) Batang, ranting dapat tumbuh dengan kokoh.
- f) Dapat menghasilkan buah yang bermutu tinggi (rasa manis, besar, banyak, tidak berbiji).
- g) Mudah untuk dikembangbiakkan.

Persilangan antarindividu yang memiliki sifat unggul mempunyai harapan dihasilkan keturunan yang dapat mewarisi sifat unggul dari induk. Namun, ada kelemahan dari persilangan antara individu dengan melihat sifat unggul dari sudut fenotipnya, yaitu adanya kemungkinan muncul sifat yang tidak baik yang dibawa oleh gen resesif. Biasanya, gen resesif muncul bila gen resesif dari induk bertemu.

F. Pewarisan Sifat pada Manusia

Sifat manusia diturunkan kepada keturunannya dengan mengikuti pola pewarisan tertentu. Pola pewarisan ini dapat dipelajari dengan menggunakan peta silsilah keluarga.

1. Cacat dan Penyakit Menurun

Penyakit-penyakit menurun yang terdapat pada manusia, yaitu hemofili, kebotakan, dan buta warna. Penyakit tersebut tidak menular dan menurun. Dalam keadaan homozigot, penyakit menurun baru muncul karena penyakit menurun bersifat resesif.

a. Albino

Orang albino adalah orang dengan ciri-ciri memiliki mata, bulu mata, dan kulit berwarna putih. Hal ini terjadi karena penderita albino tidak memiliki pigmen warna melanin. Pigmen melanin dihasilkan oleh enzim pembentuk melanin. Sedangkan, orang albino tidak dapat menghasilkan enzim melanin. Enzim melanin diproduksi berdasarkan perintah gen melanin. Jadi, penderita albino, gen melaninnya tidak dapat memerintah untuk memproduksi enzim. Gen albino tidak terletak pada kromosom kelamin, melainkan pada autosom. Oleh karena itu, penderita albino dapat berjenis kelamin laki-laki atau perempuan.

Sumber: Encarta 2005



Gambar 5.5
Orang albino

b. Buta Warna

Penderita buta warna tidak dapat melihat warna tertentu karena tidak dapat menangkap panjang gelombang cahaya tertentu. Buta warna terdiri dari bermacam-macam tipe, yaitu:

- 1) buta warna biru - hijau
- 2) buta warna biru - merah
- 3) buta warna merah - hijau (paling umum)

Penyakit ini diturunkan secara resesif pada kromosom X nonhomolog (kromosom X yang tidak memiliki pasangan gen di kromosom Y). Penyakit ini jarang diderita oleh wanita. Wanita pembawa mewariskan cacat tersebut kepada anak laki-laknya.

c. Gangguan Mental

Gangguan mental disebabkan karena gangguan saraf. Penyakit ini disebabkan kadar asam fenil piruvat dalam darah terlalu tinggi. Kelainan mental ini dikendalikan

oleh gen yang mengatur pembentukan protein enzim. Penderita memiliki pasangan alel gen-gen relatif homozigot yang diwariskan oleh kedua orang tua heterozigot yang penampakannya normal.

2. Pewarisan Golongan Darah pada Manusia

Ada tiga tipe golongan darah pada manusia, yaitu ABO, MN, dan rhesus.

a. Golongan Darah ABO

Golongan darah manusia dalam sistem ABO ditentukan oleh ada tidaknya antigen (aglutinogen) dan antibodi (aglutinin) dalam sel darah.

Berikut ini adalah tabel kandungan aglutinin dan aglutinogen dalam masing-masing golongan darah.

Tabel 5.2 Aglutinogen dan Aglutinin pada Golongan Darah

Golongan Darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	β
B	B	α
AB	AB	-
O	-	$\alpha . \beta$

Gen penentu golongan darah terletak pada kromosom autosom dan diberi simbol I (Isohemaglutinogen) sehingga alel-alelnya disimbolkan I^A menghasilkan antigen A, I^B menghasilkan antigen B, dan I^O yang tidak menghasilkan antigen.

b. Golongan Darah MN

Penggolongan darah MN didasarkan pada ada tidaknya antigen dalam sel darah merah seseorang. Apabila seseorang bergolongan darah M, sedangkan orang yang di dalam sel darah merahnya mengandung antigen N, maka orang tersebut bergolongan darah N. Jadi, orang yang bergolongan darah MN dalam sel darah merahnya mengandung antigen M dan N sehingga orang tersebut bergolongan darah MN.

Menurut para ahli, golongan darah MN ditentukan oleh gen yang mengandung dua alel. Satu alel menentukan faktor M dan yang lainnya menentukan faktor N. Jadi, orang yang bergenotip MM akan bergolongan darah M. Golongan darah

N mempunyai genotip NN, sedangkan golongan darah MN mempunyai genotip MN.

c. Golongan Darah Rhesus

Golongan darah ini dipengaruhi oleh ada tidaknya faktor rhesus (antigen Rh) pada sel darah seseorang. Seseorang yang mengandung antigen Rh pada eritrositnya disebut Rh⁺ (rhesus positif). Sedangkan, yang tidak mempunyai antigen rhesus disebut Rh⁻ (rhesus negatif).

Seseorang yang mengandung antigen rhesus pada darah merahnya (Rh⁺) tidak dapat membentuk antibodi yang melawan antigen Rh⁻. Antibodi terhadap rhesus akan terbentuk pada orang yang bergolongan darah Rh⁻. Jadi, jika orang bergolongan darah Rh⁻ diberi transfusi darah dari orang bergolongan darah Rh⁺, maka pada darah penerima tersebut akan membentuk antibodi yang melawan antigen rhesus.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang.

Catatlah golongan darah teman-teman dalam kelompokmu. Kemudian, diskusikanlah mengenai aglutinogen dan aglutininnya. Lalu, presentasikan di depan kelas. Berilah kesempatan kepada kelompok lain untuk mengomentari hasil presentasi kelompokmu. Manfaat apa yang dapat kamu peroleh dari kegiatan tadi?

Menguji Diri



1. Jelaskan bentuk-bentuk kromosom berdasarkan letak sentromernya!
2. Jelaskan pengertian sifat resesif, dominan, dan intermediet!
3. Sebutkan jenis-jenis penyakit menurun pada manusia! Sebutkan juga ciri-ciri penderitanya! Jelaskan cara pewarisan penyakit tersebut!



Kilasan Materi

- Genetika adalah cabang biologi yang mempelajari sifat keturunan dari induk kepada keturunannya.
- Dalam kromosom terdapat gen yang membawa sifat-sifat keturunan atau disebut juga faktor keturunan.
- Kromosom pada manusia dibedakan menjadi kromosom autosom dan kromosom seks (gonosom).
- Gen pada makhluk hidup dibentuk oleh suatu susunan kimia yang terdiri atas nukleoprotein yang merupakan senyawa dari asam nukleat dan protein.
- Sifat dominan adalah sifat yang muncul pada keturunannya dengan mengalahkan sifat pasangannya.
- Sifat resesif adalah sifat yang tidak muncul karena ditutupi oleh pasangannya.
- Homozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang sama dari tiap jenis gen.
- Heterozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang berlainan dari tiap jenis gen.
- Galur murni adalah tanaman yang memiliki sifat tidak berubah dari generasi ke generasi.
- Monohibrid adalah persilangan dua individu dengan satu sifat beda.
- Suatu persilangan disebut dominan penuh, bila pada keturunannya sifat dominan menguasai sifat resesif.
- Dominan tidak penuh terjadi jika kedua gen induknya saling mempengaruhi dan menghasilkan sifat antara.
- Persilangan dihibrida adalah persilangan antara dua individu dengan dua sifat beda ini.
- Sifat unggul adalah sifat-sifat yang baik yang ada pada organisme dipandang dari sudut kebutuhan manusia.
- Golongan darah pada manusia dibedakan menjadi golongan darah ABO, MN, dan rhesus.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang pewarisan sifat pada makhluk hidup, coba kamu jelaskan kembali tentang cara-cara pewarisan sifat pada makhluk hidup! Manfaat apa yang kamu peroleh sehingga dapat kamu terapkan dalam kehidupan sehari-hari?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Benda-benda seperti benang yang halus dan mudah mengikat zat warna terdekat dalam nukleus disebut
 - a. gen
 - b. spindel
 - c. sentromer
 - d. kromosom
2. Bagian kromosom yang merupakan faktor keturunan adalah
 - a. kromatin
 - b. kromosom
 - c. spindel
 - d. gen
3. Orang yang pertama kali melakukan berbagai macam persilangan dengan menggunakan tanaman kacang ercis sebagai contohnya adalah
 - a. James Dewey Watson
 - b. Francis Crick
 - c. Gregor Johann Mendel
 - d. Charles Darwin
4. Bagian yang membagi kromosom menjadi dua lengan disebut
 - a. sentromer
 - b. kromonema
 - c. kromatin
 - d. benang spindle
5. Kromosom yang terdapat pada sel gamet berjumlah sepasang disebut
 - a. anploidi
 - b. haploid
 - c. diploid
 - d. triploid
6. Satu sel kromosom autosom disebut
 - a. haploid
 - b. hiploid
 - c. diploid
 - d. tetraploid
7. Letak sentromer di tengah kromosom disebut
 - a. akrosentris
 - b. telosentris
 - c. metasentris
 - d. ubmetasentris
8. Yang dimaksud dengan submeta-sentris adalah
 - a. sentromer terletak di tengah kromosom, membagi kromosom menjadi dua bagian yang sama
 - b. sentromer terletak ke arah salah satu ujung kromosom, membagi kromosom menjadi dua bagian yang tidak sama
 - c. sentromer terletak di dekat ujung kromosom, satu lengan sangat pendek, lengan lain panjang
 - d. sentromer di ujung kromosom, sehingga kromosom terdiri dari satu lengan
9. Dalam 46 kromosom manusia terdapat
 - a. $22A + XX, 22A + XY$
 - b. $23A + XX, 23A + XY$
 - c. $21A + XX, 21A + XY$
 - d. $24X + XX, 24A + XY$

10. Jika disilangkan antara tanaman kacang berwarna merah homozigot dominan dengan kacang berwarna putih homozigot resesif, menghasilkan F1 kacang berwarna merah. Jika F1 disilangkan dengan F1, diperoleh
- $\frac{1}{4}$ merah, $\frac{3}{4}$ putih
 - $\frac{3}{4}$ merah, $\frac{1}{4}$ putih
 - $\frac{1}{3}$ merah, $\frac{2}{3}$ putih
 - $\frac{1}{2}$ merah, $\frac{1}{2}$ putih

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

- Apa yang dimaksud dengan kromosom dan gen?
- Sebutkan fungsi gen dan penyusunnya!
- Sebutkan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya!
- Apakah yang dimaksud dengan:
 - dominan
 - resesif
 - fenotip
 - genotip
 - intermediet
- Disilangkan kapri bulat berwarna merah (BBMM) dengan kapri bentuk lonjong warna kuning (bbmm). Dihasilkan F1 dengan sifat kapri bentuk bulat warna merah (BbMm). Tuliskan persilangannya! Jika F1 disilangkan dengan F1, bagaimana hasil F2? Buatlah papan catur persilangannya!



- Mengapa sifat-sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup juga dimiliki oleh keturunannya? Jelaskan dan berikan contohnya!
- Jelaskan perbedaan antara persilangan monohibrid dengan persilangan dihibrid!
- Kualitas kacang kedelai yang dihasilkan oleh petani kita, kini kualitasnya sudah kalah oleh kacang kedelai yang dihasilkan oleh petani negara lain. Akibatnya, kita kalah bersaing di pasar. Oleh karena itu, kita perlu meningkatkan kualitas kacang kedelai kita. Menurutmu, bagaimana cara untuk meningkatkan kualitas kacang kedelai kita agar dapat bersaing di pasar? Diskusikan dengan teman sekelompokmu!

Bab

6

Bioteknologi

Sumber: image.google.co.id

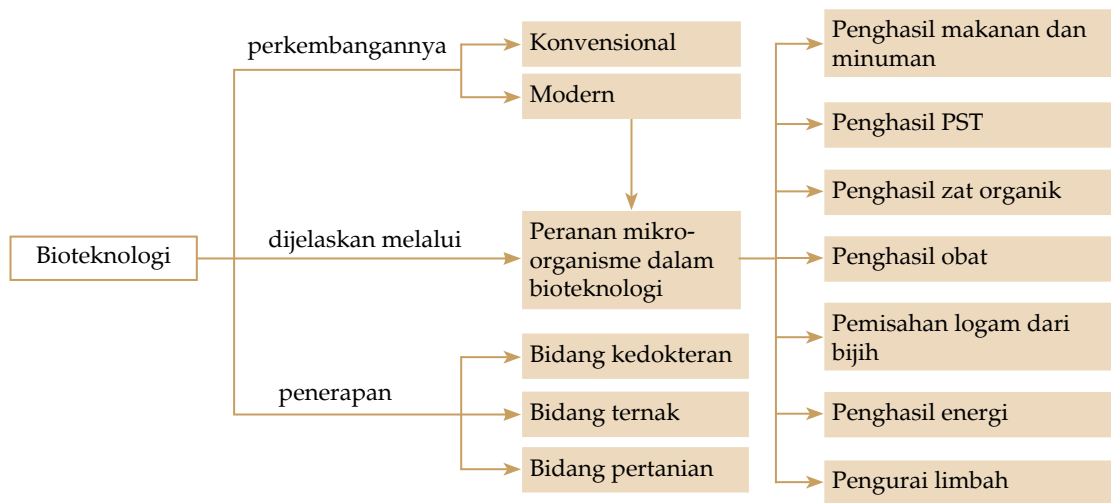


Gambar 6.1
Kecap dan cuka

Kecap dan cuka sering digunakan untuk membuat makanan menjadi lebih enak, misalnya ditambahkan ke dalam mie bakso. Tahukah kamu kalau kecap dan cuka merupakan hasil bioteknologi? Apakah yang dimaksud bioteknologi? Bagaimanakah perkembangannya? Apa peranan mikroorganisme dalam bioteknologi? Bagaimanakah penerapan bioteknologi dalam kehidupan? Ayo pelajari bab ini agar kamu dapat menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendefinisikan pengertian bioteknologi, mendeskripsikan pengertian mikroorganisme dalam bioteknologi, mendeskripsikan keuntungan bioteknologi dalam kaitannya dengan produksi pangan, dan mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.

Peta Konsep



Pernahkah kamu memakan tempe atau meminum yoghurt? Tempe dan yoghurt merupakan makanan hasil bioteknologi. Bioteknologi merupakan ilmu terapan yang mempelajari prinsip-prinsip biologi yang digunakan oleh manusia untuk tujuan tertentu.

Bioteknologi berguna untuk merekayasa organisme maupun komponen organisme untuk menghasilkan barang dan jasa yang penting bagi kehidupan manusia. Untuk lebih mengetahui manfaat bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan, coba kamu cermati uraian berikut.



Vaksin adalah bibit penyakit yang sudah dilemahkan untuk digunakan sebagai obat vaksinasi.

A. Perkembangan Bioteknologi

Penerapan bioteknologi sudah dilakukan orang sejak dulu, misalnya dalam pembuatan makanan fermentasi dan pembuatan obat. Makanan dan minuman hasil fermentasi, seperti tempe, tape, bir, yoghurt, dan cuka. Dengan bioteknologi dihasilkan obat-obatan, seperti vaksin hepatitis, antibiotik, dan hormon insulin. Tahun 1797, **Edward Jenner** menggunakan mikroorganisme hidup untuk menghasilkan vaksin penyakit cacar. Beberapa penerapan bioteknologi oleh para ahli dapat kamu lihat pada tabel berikut.

Tabel 6.1 Perkembangan Penerapan Bioteknologi

No.	Tahun	Penerapan Bioteknologi
1.	1750 - 1850	Orang telah menggunakan cara penanaman kacang-kacangan secara bergantian sehingga tanah menjadi subur.
2.	1850	Makanan hewan dan baja kimia telah dihasilkan.
3.	1856	Gregor Mendel berhasil menyilangkan sifat-sifat tanaman kacang kapri.
4.	1864	Louis Pasteur menemukan bahwa mikroorganisme bisa dimatikan.
5.	1893	Robert Koch menciptakan teknik mengkultur bakteri.
6.	1928	Alexander Fleming menemukan penisilin.
7.	1953	Watson dan Crick mengemukakan struktur DNA
8.	1973	Gen diambil dan dipisahkan dari sel.
9.	1996	Ian Wilmut dan teman-teman berhasil mengkloning hewan.



Louis Pasteur (1822 - 1895) dilahirkan di Dôle pada 27 Desember 1822. Pada 1847, ia mendapat gelar doktor di École Normale di Paris, dengan fokus pada ilmu fisika dan ilmu kimia. Pasteur merupakan ahli ilmu biologi dan ahli kimia dari Prancis yang menemukan ilmu pengetahuan mikrobiologi, membuktikan teori penyakit, menemukan proses sterilisasi, dan mengembangkan vaksin untuk beberapa penyakit, termasuk penyakit rabies.

Pikirkanlah !

Jelaskan perbedaan antara bioteknologi modern dan bioteknologi konvensional!
Diskusikanlah dengan teman sebangkumu!

Saat ini, bioteknologi dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit pada seseorang secara dini. Bioteknologi dibagi menjadi dua macam, yaitu bioteknologi sederhana (konvensional) dan bioteknologi modern.

Dalam bioteknologi, manusia memanfaatkan sel hewan dan sel tumbuhan atau mikroorganisme, misalnya jamur, bakteri, dan kapang. Penerapan bioteknologi didukung oleh berbagai ilmu, seperti mikrobiologi (cabang biologi yang mempelajari mikroba atau jasad renik), biologi sel (mempelajari sel), genetika (cabang biologi yang mempelajari sifat-sifat keturunan), dan biokimia (cabang ilmu kimia yang mempelajari aspek kimia pada makhluk hidup).

1. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang menggunakan organisme atau mikroba untuk menghasilkan suatu senyawa kimia atau produk dengan aktivitas-aktivitas mikroba dan belum menggunakan enzim.

Ciri-ciri bioteknologi konvensional adalah:

- Dikenal sejak awal peradaban manusia.
- Menggunakan secara langsung hasil yang diproduksi organisme atau mikroorganisme berupa senyawa kimia atau bahan pangan tertentu yang bermanfaat bagi manusia.
- Peralatan yang digunakan sederhana.
- Pemanfaatan mikroorganisme terbatas.

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang memanfaatkan biologi molekuler dan sel untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia. Penerapan bioteknologi modern berdasarkan pada rekayasa genetika dan rekayasa biokimia.

Rekayasa genetika adalah teknik pengambilan gen tertentu untuk menghasilkan organisme yang memiliki keunggulan secara genetik. Sedangkan, rekayasa biokimia seperti penggunaan tangki reaktor untuk pertumbuhan mikroorganisme untuk proses biologis tertentu supaya tidak terkontaminasi mikroorganisme lain.

Ciri-ciri bioteknologi modern adalah:

- Mulai berkembang sejak ditemukan DNA.
- Organisme atau mikroorganisme digunakan untuk memperbaiki serta meningkatkan kinerja genetik suatu organisme yang bermanfaat bagi manusia.

- c) Peralatan yang digunakan sudah modern.
- d) Pemanfaatan mikroorganisme ditambah dengan teknologi modern.

B. Peranan Mikroorganisme dalam Bioteknologi

Penerapan bioteknologi dalam kehidupan, biasanya menggunakan mikroorganisme. Mikroorganisme memiliki peranan yang sangat penting dalam pengembangan bioteknologi di berbagai bidang kehidupan. Peranan mikroorganisme dalam berteknologi adalah sebagai berikut.

1. Penghasil Makanan atau Minuman

Mikroorganisme dapat dimanfaatkan untuk membuat tempe, oncom, makanan, tuak, cuka, dan kecap. Saat ini, pembuatan bahan makanan tersebut dikembangkan secara ilmiah dengan menggunakan teknologi yang lebih maju sehingga menghasilkan produk yang berkualitas, seperti bir, anggur, yoghurt, roti, keju, dan nata de coco. Proses pembuatan tempe masih perlu ditingkatkan dengan berbagai penelitian karena tempe memiliki kandungan zat gizi tinggi, terutama protein nabati dan memiliki beberapa khasiat antara lain menurunkan kolesterol darah.



Sumber: google.co.id

Gambar 6.2 Makanan yang dihasilkan dengan bioteknologi

Beberapa jamur juga dapat digunakan menghasilkan zat warna, misalnya jamur *Neurospora sitophila* sebagai penghasil warna merah dan orange, digunakan untuk membuat oncom. Bahan pewarna yang alami untuk makanan lebih aman dibandingkan pewarna sintetik karena pada umumnya pewarna sintetik dapat menyebabkan keracunan.

Contoh mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk makanan, antara lain:

- a. *Rhizopus oligosporus* (pembuatan tempe)
- b. *Acetobacter xylinum* (pembuatan nata de coco)

- c. *Saccharomyces cerevisiae* (pembuatan roti dan tapai)
- d. *Penecilium camemberti* dan *Penecillium requeforti* (keju)
- e. *Aspergillus wentii* (pembuatan kecap)
- f. *Lactobacillus bulgaricus* (keju dan yoghurt)

Sumber: google.co.id



Saccharomyces cerevisiae



Lactobacillus bulgaricus

Gambar 6.3 Mikroorganisme yang membantu pembuatan produk makanan

2. Penghasil Protein Sel Tunggal (PST)

Mikroorganisme, seperti ganggang, jamur, maupun bakteri, dapat menghasilkan protein. Protein ini berada di dalam sel, bukan merupakan bahan yang disekresikan oleh sel.

a. Kelebihan PST

PST sangat menguntungkan karena dapat digunakan sebagai sumber protein. Hal ini disebabkan karena:

- 1) Secara umum, organisme dapat membelah diri dengan cepat.
- 2) Tidak memerlukan lahan yang terlalu luas.
- 3) Dapat hidup di tempat limbah buangan, seperti selulosa, limbah minyak bumi, atau limbah organik yang lain.
- 4) Mikroorganisme fotosintetik seperti ganggang dapat memanfaatkan energi cahaya untuk digunakan sebagai penghasil PST.

Contoh protein sel tunggal adalah *Spirulina* dan *Chorella*.

Info

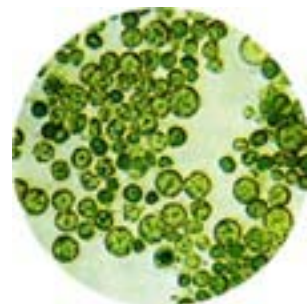


PST dapat hidup di tempat limbah buangan, seperti selulosa, limbah minyak bumi, atau limbah organik yang lain.

Sumber: google.co.id



Gambar 6.4 *Spirulina*



Gambar 6.5 *Chlorella*

b. Kekurangan PST

Ada beberapa kekurangan PST, antara lain:

- 1) PST mempunyai dinding sel yang terdiri atas selulosa, khususnya ganggang, sedangkan manusia tidak dapat mencerna selulosa.
- 2) PST yang dihasilkan kurang menarik, seperti jeli.
- 3) Kandungan asam nukleat (DNA dan RNA) dari PST cukup tinggi dan sulit dicerna serta dapat menimbulkan asam urat.

3. Penghasil Zat-Zat Organik

Beberapa mikroorganisme dapat menghasilkan zat-zat organik, seperti etanol, asam cuka, asam sitrat, aseton, dan gliserol. Zat-zat organik itu dapat digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya sebagai bahan minuman.



(a) Etanol



(b) Aseton

Sumber: google.co.id

Gambar 6.6 Zat-zat organik

Untuk menghasilkan etanol (alkohol) dibutuhkan sel-sel ragi dengan bahan baku karbohidrat, seperti singkong dan beras. Adapun proses pembuatannya sering disebut dengan istilah fermentasi (proses peragian). Proses ini berlangsung secara anaerobik dan menghasilkan karbon dioksida dalam bentuk gelembung udara.

4. Penghasil Obat

Berbagai macam mikroorganisme bermanfaat sebagai penghasil obat-obatan, contohnya *Penicillium* menghasilkan zat antibiotik yang mematikan mikroorganisme lain, disebut penisilin. Penisilin sangat penting karena dapat memberantas berbagai penyakit infeksi. Namun, ada beberapa jenis bakteri yang kebal terhadap penisilin karena dapat menghasilkan enzim yang dapat menghambat kerja penisilin.



Sumber: google.co.id

Gambar 6.7
Penicillium



Gambar 6.8
Thiobacillus ferrooxidans

5. Pemisahan Logam dari Bijihnya

Bakteri kemolitotrof merupakan salah satu bakteri yang mampu memisahkan logam dari bijihnya. Bakteri ini hidup dari zat-zat anorganik, seperti besi dan belerang, dan memperoleh energi dari pemecahan bahan kimia tersebut. Energi tersebut digunakan untuk sintesis karbon dioksida dan air menjadi zat-zat organik. Proses sintesis ini dikenal dengan sebutan kemiosintesis. Salah satu contoh bakteri pemisah logam ini adalah bakteri *Thiobacillus ferrooxidans* yang digunakan untuk mengekstraksi tembaga dari bijih tembaga. Bakteri ini tumbuh subur dalam suasana asam dan tanpa zat organik.

Proses pemisahannya sebagai berikut:

- 1) Bijih logam tembaga berkualitas rendah yang dikenal sebagai larutan peluluh, ditumbun. Disinilah banyak ditemukan bakteri.
- 2) Kemudian, ke dalam larutan itu ditambahkan larutan asam sulfat sehingga terjadi reaksi antara tembaga dan asam sulfat membentuk tembaga sulfat (CuSO_4).
- 3) Setelah itu, logam besi ditambahkan ke dalam larutan tersebut sehingga besi akan bereaksi dengan tembaga sulfat untuk melepaskan tembaga tersebut.
- 4) Melalui proses tersebut diperoleh tembaga murni yang telah terpisah dari bijihnya. Seluruh proses itu dibantu oleh bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*.

6. Penghasil Energi

Saat ini, persediaan bahan bakar makin menipis. Oleh karena itu, para ahli berusaha mencari solusi untuk menyelesaikan masalah energi melalui bioteknologi sehingga dapat diperoleh energi yang aman dan tersedia secara lestari.

Salah satu energi yang dikembangkan melalui bioteknologi saat ini adalah biogas. Biogas merupakan gas metana yang diproduksi oleh mikroorganisme di dalam medium kotoran ternak.

Kotoran ternak dicerna oleh mikroorganisme menjadi gas metana yang kemudian dialirkan ke rumah-rumah sebagai penghasil energi. Sedangkan, limbahnya dapat digunakan sebagai pupuk.

Cara pembuatannya adalah campuran kotoran ternak dan air dimasukkan pada tangki pengumpul, kemudian diaduk. Setelah rata, tangki pengumpul dimasukkan ke dalam tangki pencernaan.



Gambar 6.9
Biogas

7. Pengurai Limbah

Pengolahan limbah secara biologis merupakan pengolahan limbah dengan menggunakan bakteri untuk mencerna limbah tersebut. Pengolahan limbah dengan cara ini tidak membutuhkan biaya yang besar dan lebih ramah lingkungan.

Limbah industri harus diolah terlebih dahulu melalui Unit Pengolahan Limbah (UPL) sebelum dikeluarkan ke lingkungan agar tidak terjadi pencemaran. Dalam UPL biologis, bakteri pencerna dimasukkan ke dalam bak berisi limbah yang diberi *aerator* (alat pemasok udara) untuk memasukkan oksigen yang berguna untuk pernapasan bakteri secara aerobik. Limbah akan terurai dan dapat dibuang ke lingkungan setelah air dipisahkan dari endapan limbah yang tidak berbahaya.

C. Penerapan Bioteknologi

Bioteknologi sangat bermanfaat bagi perkembangan kehidupan manusia. Berikut ini adalah penerapan bioteknologi dalam bidang peternakan, pertanian, dan kedokteran.

1. Bidang Peternakan

Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan produk-produk peternakan, seperti vaksin dan antibodi. Selain itu, untuk mengobati penyakit hewan serta hormon pertumbuhan yang merangsang pertumbuhan hewan ternak melalui rekombinasi DNA.

Rekayasa genetika merupakan suatu upaya memanipulasi sifat makhluk hidup untuk menghasilkan makhluk hidup dengan sifat yang diinginkan. Manipulasi sifat genetik ini dilakukan dengan menambah atau mengurangi DNA. DNA rekombinan merupakan proses menggabungkan dua DNA dari sumber yang berbeda.

Selain itu, dikembangkan organisme transgenetik, yaitu organisme yang mengandung gen dari spesies lain. Organisme transgenetik dilakukan dengan menyuntikkan DNA asing pada sel-sel telur atau sel-sel embrio awal sehingga diperoleh organisme yang berkualitas sesuai dengan keinginan. Teknologi ini mempunyai prospek untuk mengembangkan hewan-hewan yang bernilai ekonomis, misalnya ikan, sapi, kambing, domba, dan lain-lain.



Sumber: google.co.id

Gambar 6.10
Domba hasil kloning

Pikirkanlah !

Bagaimanakah ciri-ciri makhluk hidup yang dihasilkan melalui proses rekayasa genetika? Jelaskan dan berikan contohnya!

2. Bidang Pertanian

Saat ini, pengembangan bioteknologi banyak diterapkan di bidang pertanian, seperti kultur jaringan untuk menghasilkan tanaman tahan hama dan pengembangan tanaman dengan media selain tanah yang dikenal dengan nama hidroponik.

a. Kultur Jaringan

Saat ini, kultur jaringan dikembangkan untuk memperoleh individu baru dalam jumlah yang banyak. Media kultur merupakan tempat tumbuhnya sel tumbuhan. Media tumbuh sel tumbuhan dapat di dalam tabung yang steril, artinya tabung yang bebas dari hama. Medium itu biasanya dibuat dari agar-agar yang diberi berbagai nutrisi yang diperlukan tumbuhan.

Kultur jaringan tumbuhan dapat dilakukan hanya dengan mengambil beberapa milimeter pucuk tumbuhan yang mengandung jaringan muda atau jaringan lain yang bersifat meristematik. Bagian tumbuhan yang dikultur disebut sebagai eksplan.

Keuntungan dari pengembangan kultur jaringan tumbuhan, antara lain:

- 1) Berlangsung cepat dalam memperoleh tumbuhan baru.
- 2) Hemat tempat dan waktu.
- 3) Bibit terhindar dari hama dan penyakit.
- 4) Memiliki sifat identik.
- 5) Jumlah tidak terbatas.



Sumber: google.co.id

Gambar 6.11 Kultur jaringan pada tumbuhan

b. Pembentukan Tumbuhan yang Tahan Hama

Teknik untuk memperoleh tanaman yang berkualitas adalah melalui rekayasa genetika, yaitu dengan rekombinasi gen dan kultur sel. Tanaman yang dapat dikultur dengan cepat adalah tanaman dari satu sel somatik, seperti wortel, jeruk, tomat, kentang, dan tembakau.

Sebagai contoh, untuk mendapatkan tanaman kentang yang tahan terhadap penyakit, perlu ada gen yang mengekspresikan sifat kebal terhadap penyakit, lalu gen ini disisipkan pada sel tanaman kentang yang kemudian ditumbuhkan menjadi tanaman kentang yang kebal penyakit. Selanjutnya, tanaman baru ini dapat diperbanyak dan disebarluaskan.

Dalam menyisipkan gen ke sel tanaman dibutuhkan vektor, seperti plasmid dari bakteri *Agrobacterium tumefaciens*. Secara alami, bakteri ini dapat menginfeksi tanaman dan menyebabkan tumor sehingga plasmid bakteri ini disebut plasmid Ti (*Tumor inducing* = penyebab tumor).

c. Hidroponik dan Aeroponik

Penerapan bioteknologi dalam bidang pertanian juga dapat dilakukan dengan cara menanam tanaman dalam media selain tanah, yang disebut hidroponik. Hidroponik dapat dilakukan dengan menggunakan media air dan pasir.

- 1) Hidroponik dengan media air. Tumbuhan ditanam di dalam air dan ditambah unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan tersebut.
- 2) Hidroponik dengan media pasir. Media yang digunakan dapat juga dengan arang, sabut kelapa, atau batu-batuan. Dalam teknik ini, sebaiknya ditambahkan unsur-unsur hara. Dalam teknik hidroponik yang perlu diperhatikan adalah kelembapan udara dan intensitas cahaya agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman cukup baik.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 6.12 Hidroponik



Hidroponik adalah teknik menanam tanaman dalam media selain tanah. Sedangkan, aeroponik adalah teknik penanaman sayuran dengan media styrofoam yang berlubang-lubang.



Gambar 6.13
Aeroponik

- Keuntungan teknik hidroponik, antara lain:
- 1) Masih dapat bercocok tanam di lahan yang sempit.
 - 2) Dapat menggunakan pupuk dengan efisien.
 - 3) Hama dan penyakit tanaman dapat dihindari.

Selain hidroponik, penanaman dapat dilakukan dengan cara aeroponik. Aeroponik adalah teknik penanaman sayuran dengan menggunakan *styrofoam* yang berlubang-lubang sehingga akar tanaman menjuntai ke bawah. Kemudian, air yang telah dicampur dengan unsur-unsur hara disemprotkan sehingga akar-akar bisa menyerapnya. Biasanya, penanaman sayur-sayuran menggunakan teknik ini.

Aktivitas Siswa

Coba kamu tanam tanaman kesukaanmu dengan cara hidroponik. Diskusikan dengan teman sekelompokmu, bila perlu mintalah bimbingan gurumu.

3. Bidang Kedokteran

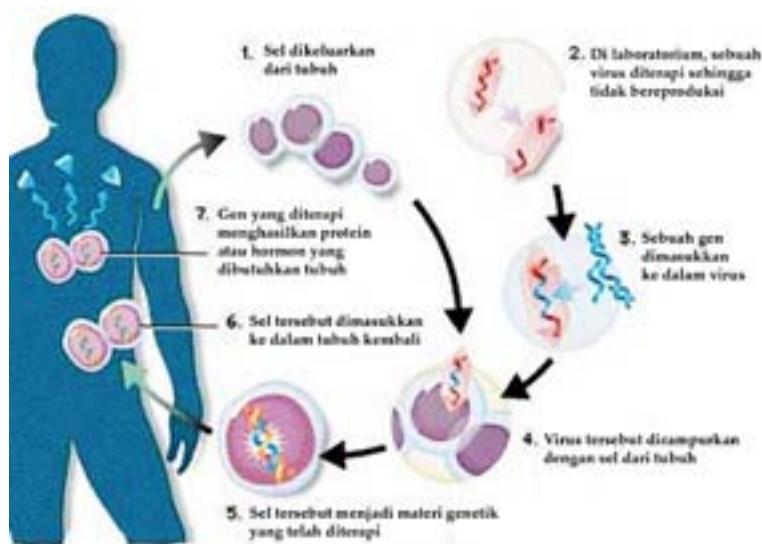
Bioteknologi di bidang kedokteran dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Antibodi Monoklonal

Antibodi berupa protein yang dihasilkan oleh sel limfosit B atau sel T untuk melawan antigen (benda asing) yang masuk ke dalam tubuh. Secara alami, tubuh memiliki kemampuan untuk memproduksi antibodi. Fusi atau penggabungan antara sel limfosit B dan sel mieloma menghasilkan sel hibridoma. Sel ini berfungsi untuk mengatasi penyakit kanker.

b. Terapi Gen Manusia

Rekayasa genetik mempunyai potensi untuk memperbaiki kelainan genetik secara individual. Terapi gen merupakan perbaikan kelainan genetik dengan memperbaiki gen. Untuk kelainan genetik yang diakibatkan oleh tidak berfungsinya satu alela, secara teoritis dapat diperbaiki dengan mengganti gen yang tidak normal dengan gen normal dengan menggunakan teknik rekombinasi DNA. Alela yang baru dapat disisipkan ke dalam sel-sel somatis pada anak-anak dan dewasa, sel-sel germ (sel-sel yang memproduksi gamet), atau sel-sel embrio.



Sumber: image.google.com

Gambar 6.14 Terapi gen

c. Pembuatan Obat dan Vaksin

Penyakit yang disebabkan oleh virus tidak dapat diobati sehingga perlu dilakukan pencegahan dengan menggunakan vaksin.

Ada dua jenis vaksin tradisional untuk penyakit yang disebabkan oleh virus, antara lain:

- 1) Partikel virus yang virulen yang dikurangi keganasannya secara kimiawi maupun fisik.
- 2) Virus aktif, tapi tidak patogen.

Kedua virus tersebut merangsang tubuh menghasilkan antibodi untuk melawan penyakit.

Sekarang telah dilakukan modifikasi vaksin melalui bioteknologi, antara lain:

- 1) DNA rekombinan dapat menggerakkan pembuatan suatu protein khusus dalam jumlah besar dari selubung protein virus, bakteri, dan mikroba lain. Protein ini dapat memicu terbentuknya respon kekebalan untuk melawan penyakit.
- 2) Rekayasa genetika dapat digunakan untuk memodifikasi genom patogen sehingga menjadi lemah. Vaksinasi dengan makhluk hidup yang lemah lebih efektif dari protein vaksin karena hanya dengan memasukkan sedikit saja akan menghasilkan respon kekebalan yang besar.



Sumber: image.google.com

Gambar 6.15
Vaksin

Menguji Diri



1. Jelaskan perbedaan antara bioteknologi modern dengan bioteknologi konvensional!
2. Jelaskan peranan mikroorganisme dalam bioteknologi!
3. Jelaskan penerapan bioteknologi dalam bidang peternakan dan bidang pertanian! Berikan contohnya yang ada di sekitar tempat tinggalmu!



Kilas Materi

- Bioteknologi adalah ilmu terapan yang mempelajari prinsip-prinsip biologi yang digunakan oleh manusia untuk tujuan tertentu.
- Bioteknologi konvensional merupakan bioteknologi yang menggunakan organisme atau mikroba untuk menghasilkan suatu senyawa kimia atau produk dengan aktivitas-aktivitas mikroba dan belum menggunakan enzim.
- Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang memanfaatkan biologi molekuler dan sel untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia dengan menggunakan prinsip rekayasa genetika dan rekayasa biokimia.
- Rekayasa genetika adalah teknik pengambilan gen tertentu untuk menghasilkan organisme yang memiliki keunggulan secara genetik.
- Contoh penerapan rekayasa biokimia adalah penggunaan tangki reaktor untuk pertumbuhan mikroorganisme untuk proses biologis tertentu supaya tidak terkontaminasi mikroorganisme lain.
- Peranan mikroorganisme dalam pengembangan bioteknologi di berbagai bidang kehidupan adalah penghasil makanan atau minuman, penghasil PST (protein sel tunggal), penghasil zat-zat organik, penghasil obat, pemisah logam dari bijihnya, penghasil energi, dan pengurai limbah.
- Bioteknologi dapat digunakan untuk mengembangkan produk-produk peternakan, seperti vaksin dan antibodi.
- Kultur jaringan dikembangkan untuk memperoleh individu baru dalam jumlah yang banyak.
- Teknik rekombinasi gen dan kultur sel dikembangkan untuk memperoleh tanaman yang berkualitas.
- Hidroponik adalah cara menanam tanaman dalam media selain tanah.

- Aeroponik adalah teknik penanaman sayuran dengan menggunakan styrofoam yang berlubang-lubang sehingga akar tanaman menjuntai ke bawah.
- Bioteknologi di bidang kedokteran dimanfaatkan untuk membuat antibodi monoklonal, terapi gen manusia, dan pembuatan obat dan vaksin.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang bioteknologi, coba kamu sebutkan dan jelaskan kembali tentang penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Ilmu terapan yang mempelajari prinsip-prinsip biologi yang digunakan oleh manusia untuk tujuan tertentu disebut
 - a. teknologi kimia
 - b. biogenetika
 - c. biokimia
 - d. bioteknologi
2. Tokoh yang menemukan vaksin cacar adalah
 - a. Louis Pasteur
 - b. Alexander Fleming
 - c. Robert Koch
 - d. Edward Jenner
3. Tokoh yang menemukan penisilin adalah
 - a. Louis Pasteur
 - b. Alexander Fleming
 - c. Robert Koch
 - d. Edward Jenner
4. Tokoh yang menemukan bahwa mikroorganisme dapat dimatikan adalah
 - a. Gregor Mendel
 - b. Alexander Fleming
 - c. Robert Koch
 - d. Louis Pasteur
5. Ilmuwan yang menciptakan teknik mengkultur bakteri adalah
 - a. Gregor Mendel
 - b. Alexander Fleming
 - c. Robert Koch
 - d. Louis Pasteur
6. Protein sel tunggal adalah
 - a. makanan kaya protein berasal dari mikroorganisme
 - b. senyawa kimia yang dihasilkan mikroorganisme
 - c. makanan kaya senyawa kimia berasal dari mikroorganisme
 - d. makanan berasal dari mikroorganisme
7. Kloning batang tumbuhan merupakan contoh bioteknologi konvensional dalam bidang
 - a. pertanian
 - b. pangan
 - c. genetika
 - d. kultur tanaman
8. Antibiotik penisilin diperoleh dari isolasi
 - a. bakteri
 - b. virus
 - c. khamir
 - d. jamur
9. Dalam penerapan bioteknologi diperoleh varietas-varietas unggul yang menunjuk pada
 - a. meningkatkan keanekaragaman genetik
 - b. menurunkan kualitas lingkungan
 - c. meningkatkan jenis hama tanaman
 - d. menurunkan kualitas produk pertanian
10. Penanaman tanaman dalam media air dan arang disebut
 - a. kultur jaringan
 - b. kultur pasir
 - c. hidroponik
 - d. kultur sel

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa ciri-ciri bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern?
2. Apa yang dimaksud dengan protein sel tunggal? Jelaskan dan berikan contohnya!
3. Sebutkan contoh-contoh penggunaan bioteknologi di bidang pertanian, peternakan, dan kedokteran!
4. Jelaskan perbedaan antara hidroponik dan aeroponik!
5. Sebutkan kerugian dan keuntungan dengan diterapkannya bioteknologi modern!



1. Coba kamu sebutkan produk makanan atau minuman apa saja yang ada di sekitarmu yang merupakan hasil bioteknologi! Jelaskan proses pembuatannya!
2. Menurutmu, apa saja keuntungan yang dapat kamu peroleh dengan menerapkan bioteknologi? Jelaskan!
3. Carilah sebuah perusahaan yang menerapkan bioteknologi dalam proses produksinya yang berada di sekitar tempat tinggalmu! Misalnya, perusahaan tempe, tahu, atau yang lainnya. Coba kamu amati, kemudian jelaskan cara pembuatan barang-barang tersebut! Kaitkan dengan konsep bioteknologi yang telah kamu pelajari.

Bab

7

Listrik Statis

Sumber: image.google.co.id

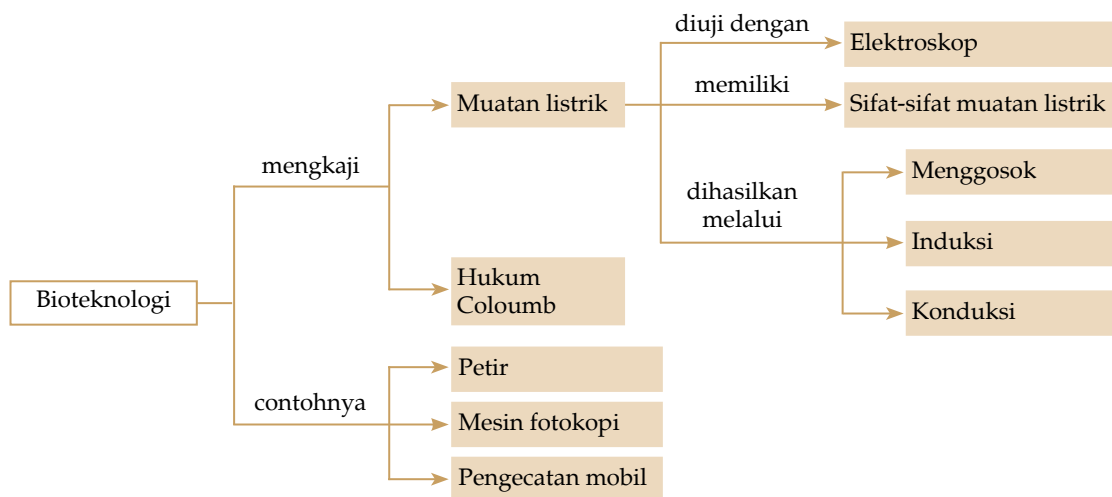


Gambar 7.1
Menggosokkan
penggaris plastik ke
rambut

Coba kamu amati Gambar 7.1! Pada gambar tersebut, seseorang sedang menggosokkan penggaris plastik ke rambutnya. Penggaris tersebut akan bermuatan listrik. Apakah kamu tahu, apa yang dimaksud dengan muatan listrik? Bagaimanakah sifat-sifatnya? Adakah cara lain untuk membuat muatan listrik? Bagaimanakah cara menghitung besarnya gaya listrik antara dua benda bermuatan listrik? Ayo temukan jawabannya dengan mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian muatan listrik dan sifat-sifat muatan listrik, melakukan percobaan sederhana untuk mendemonstrasikan proses muatan listrik, menjelaskan hubungan antara benda bermuatan listrik, serta menyebutkan contoh listrik statis dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep



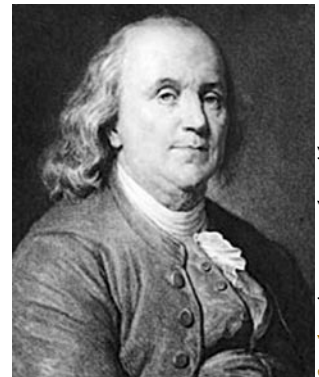
Pelajaran listrik statis merupakan pelajaran yang membahas tentang muatan listrik yang untuk sementara diam pada suatu benda. Kajian tentang listrik statis pertama kali dilakukan oleh seorang matematikawan Yunani kuno bernama **Thales of Miletus** (625-574 SM). Ia menggosokkan batu ambar pada kain wol dan mendekatkannya pada benda ringan, seperti bulu ayam. Saat itu, bulu ayam tersebut terbang dan menempel pada batu ambar. Dari kata batu ambar inilah istilah listrik berasal. Listrik (*electricity*) diambil dari kata elektron, yang dalam bahasa Yunani berarti batu ambar.

A. Muatan Listrik

Atom sebagai unsur penyusun zat pada dasarnya tersusun dari partikel-partikel yang sangat kecil, disebut partikel subatom. Terdapat tiga jenis partikel subatom yang penting dan perlu kita kenali, yaitu proton, neutron, dan elektron.

Subpartikel atom yang memiliki sifat sama, yaitu proton dan elektron, kemudian disebut sebagai muatan listrik. Muatan listrik ibarat udara yang tidak bisa dilihat, tetapi bisa dirasakan. Akibatnya, penelitian mengenai muatan listrik hanya bisa dilakukan berdasarkan efek reaksi yang diberikannya. Alat yang digunakan untuk mengetahui adanya muatan listrik disebut elektroskop.

Besar muatan listrik proton dan elektron adalah sama, tetapi jenisnya berbeda. Muatan listrik ini pertama kali ditemukan oleh **Benjamin Franklin**. Ia kemudian memberikan tanda (+) atau (-) pada muatan listrik yang tak mengandung arti fisis. Jenis muatan listrik proton adalah positif (+), neutron adalah netral, dan elektron adalah (-). Untuk dapat mengamati efek dari muatan listrik, lakukanlah kegiatan berikut.



Sumber: image.google.co.id

Gambar 7.2
Benjamin Franklin

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas berikut dengan temanmu.

Tujuan : Mengamati keberadaan muatan listrik.

Alat dan bahan : Sisir plastik, kertas, kain wol.

Langkah kerja:

1. Buatlah sobekan kertas berupa potongan yang sangat kecil, lalu simpan di atas meja.
2. Dekatkan (tidak sampai menyentuh kertas) sisir plastik pada sobekan kertas tersebut, lalu amati apa yang terjadi!

3. Gosok-gosokkan sisir plastik pada kain wol untuk beberapa lama.
4. Dekatkan kembali sisir plastik pada sobekan kertas tadi, lalu amati apa yang terjadi pada sobekan kertas itu.
5. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatan yang telah kamu lakukan!

Info



Muatan listrik yang sejenis saling tolak-menolak dan muatan listrik yang tidak sejenis saling tarik menarik.

Apabila kegiatan pada Aktivitas Siswa dilakukan dengan benar, kamu dapat mengamati bahwa ketika sisir plastik didekatkan pada sobekan kertas, sobekan kertas akan menempel pada sisir plastik yang telah digosok-gosokkan pada kain wol, tetapi tidak menempel pada sisir plastik yang belum digosokkan. Sebelum sisir plastik digosokkan, muatan listrik pada sisir tersebut berada dalam keadaan seimbang. Saat digosokkan, terjadi perpindahan muatan listrik dari kain wol ke sisir. Muatan listrik yang berpindah adalah elektron. Dengan demikian, sisir plastik tersebut bermuatan negatif (-) sehingga dapat menarik sobekan kertas untuk menempel padanya.

1. Sifat-Sifat Muatan Listrik

Sifat-sifat yang dimiliki muatan listrik adalah:

- a) Muatan listrik yang sejenis (negatif dengan negatif atau positif dengan positif) jika didekatkan akan saling tolak-menolak.
- b) Muatan listrik yang tidak sejenis (negatif dengan positif) jika didekatkan akan saling tarik-menarik.

Untuk memahami sifat-sifat dari muatan listrik ini, lakukanlah kegiatan berikut.

Aktivitas Siswa

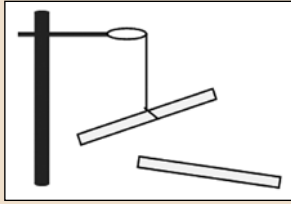
Bentuklah kelompok terdiri atas 4-5 orang.

Tujuan : Mengamati interaksi dua benda bermuatan listrik.

Alat dan bahan : 2 mistar plastik, 2 batang kaca, kain wol kering, kain (sutra) kering, benang, statif.

Langkah kerja:

1. Gosokkanlah kedua mistar plastik dengan kain wol ke satu arah (tidak bolak-balik) selama 10-20 detik.
2. Gantungkan salah satu mistar dengan benang pada statif.
3. Dekatkan mistar plastik yang lain pada mistar plastik yang digantung. Amati interaksi yang terjadi antara kedua mistar tersebut.
4. Ulangi langkah 1-3 dengan mengganti mistar plastik oleh batang kaca, dan kain wol oleh kain (sutra) kering.



Gambar 7.3

5. Gosokkan mistar plastik pada kain wol, lalu gantungkan kembali. Kemudian, gosokkan batang kaca dan dekatkan pada mistar plastik yang telah digantung. Amati interaksi yang terjadi.
6. Gosokkan batang kaca pada kain (sutra) kering, lalu gantungkan kembali. Setelah itu, gosokkan sebuah mistar plastik pada kain wol dan dekatkan pada batang kaca yang telah digantung. Amati interaksi yang terjadi.

Buatlah kesimpulan dari kegiatan tadi!

Pada kegiatan tersebut, mistar plastik yang telah digosokkan akan bermuatan negatif, sedangkan batang kaca yang telah digosokkan akan bermuatan positif. Saat dua buah mistar plastik atau batang kaca saling didekatkan, keduanya saling tolak-menolak. Namun, saat kita mendekatkan satu batang kaca pada mistar yang muatan listriknya berbeda, keduanya akan saling tarik-menarik.

2. Pemuatan Listrik

Terdapat tiga cara untuk proses pemuatan listrik, yaitu menggosok, induksi, dan arus listrik. Untuk lebih memahami ketiganya, pelajailah uraian di dalam tabel berikut ini.

Tabel 7.1 Cara Membuat Muatan Listrik

Menggosok	Cara ini dapat dilakukan dengan menggosokkan dua benda dalam satu arah. Cara ini disebut juga metode gesekan. Jenis muatan yang diperoleh dengan metode gesekan, di antaranya: 1. Benda berbahan plastik akan bermuatan negatif jika digosokkan pada kain wol. 2. Benda berbahan ebonit akan bermuatan negatif jika digosokkan pada kain wol. 3. Benda berbahan kaca akan bermuatan negatif jika digosokkan pada kain sutra.
Induksi	Metode ini dilakukan untuk memisahkan muatan listrik di dalam suatu penghantar dengan cara mendekatkan benda lain yang bermuatan listrik pada penghantar tersebut. Dengan cara induksi, muatan listrik yang dihasilkan akan berbeda jenis dengan muatan listrik pada benda yang digunakan untuk menginduksi. Contohnya adalah pemisahan muatan listrik pada elektroskop yang didekati oleh mistar plastik yang telah digosokkan pada kain wol. Pada induksi ini, muatan listrik yang dihasilkan elektroskop adalah muatan positif karena muatan listrik dari mistar plastik sebagai penghantar adalah muatan negatif.

Konduksi

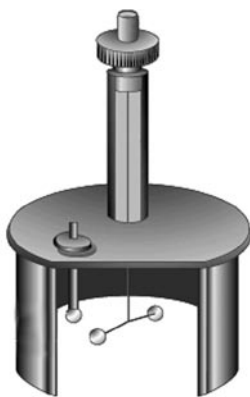
Metode ini hanya dapat dilakukan pada benda yang terbuat dari bahan-bahan tertentu. Dalam metode ini, untuk menghasilkan muatan listrik, kedua benda harus mengalami kontak langsung agar sejumlah elektron mengalir dari satu benda ke benda yang lainnya.

Bahan yang dapat mengalirkan sejumlah elektron secara bebas pada bahan lain disebut konduktor. Berdasarkan kekuatannya, bahan konduktor terbagi dua, yaitu konduktor baik dan konduktor kurang baik. Bahan yang termasuk konduktor baik adalah logam, khususnya aluminium, tembaga, dan perak. Sedangkan, bahan yang termasuk konduktor kurang baik adalah air, badan manusia, dan tanah. Sementara itu, bahan yang tidak dapat mengalirkan elektron pada bahan lain disebut isolator. Bahan yang termasuk isolator di antaranya karet, plastik-plastik seperti PVC, politen, dan perspex.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.4
Elektroskop



Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.5
Neraca puntir

3. Elektroskop

Elektroskop adalah alat yang digunakan untuk mengetahui adanya muatan listrik pada suatu benda. Salah satu jenis elektroskop yang sering digunakan adalah elektroskop daun. Bagian penting elektroskop daun adalah sebuah tangkai logam dari bagian logam kuningan dengan ujung bawah berbentuk pipih. Pada ujung ini ditempatkan dua helai logam sangat tipis yang terbuat dari bahan aluminium atau emas, biasa disebut dengan bagian daun. Ujung atas berbentuk cakram atau bola yang berfungsi sebagai penghantar muatan dan kotak kaca.

B. Hukum Coloumb

Hukum Coloumb adalah aturan yang mengemukakan tentang hubungan antara gaya listrik dan besar masing-masing muatan listrik. Nama Coloumb diambil dari nama fisikawan yang pertama kali mengamati gaya tarik-menarik atau tolak-menolak benda bermuatan listrik, yaitu **Charles Augustin de Coloumb** (1736-1804). Dalam pengamatannya, ia melakukan percobaan menggunakan alat yang bernama *neraca puntir*. Berdasarkan percobaan ini, Coloumb mengemukakan suatu aturan atau hukum yang berbunyi: *"Gaya listrik (tarik-menarik atau tolak-menolak) antara dua muatan sebanding dengan besar muatan listrik masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak pisah antara kedua muatan listrik."*

Secara matematis, Hukum Coloumb dapat ditulis dalam persamaan:

$$F \approx \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \text{ atau } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

dengan: F = gaya Coloumb (Newton = N)
 Q_1, Q_2 = muatan listrik benda 1 dan 2
 (Coloumb = C)
 r = jarak antara dua muatan listrik (m)
 k = konstanta pembanding = konstanta gaya Coloumb
 $= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$
 ϵ_0 = permitivitas ruang hampa
 $= 8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$

Pada umumnya, nilai permitivitas (ϵ) medium selain udara atau ruang hampa atau zat lainnya, lebih besar daripada permitivitas ruang hampa (ϵ_0), dinotasikan $\epsilon > \epsilon_0$. Perbandingan antara ϵ dan ϵ_0 disebut konstanta dielektrik suatu zat dan diberi lambang k . Jadi, $k = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ dan gaya Coloumb benda itu adalah:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Konstanta dielektrik beberapa zat dapat kamu lihat pada tabel berikut.

Tabel 7.2 Konstanta Dielektrik Bahan

Nama Bahan	Konstanta Dielektrik (k)
Hampa udara	1
Udara kering 1 atm	1,0006
Karbon tetrakhlorida	2,24
Lilin	2,25
Benzena	2,28
Karet	2,5-3,5
Mika	2,5-7,0
Ambar	2,65
Minyak kastor	4,67
Metil alkohol	33,1
Gliserin (15° C)	56
Air	80

Pikirkanlah

Mengapa nilai permitivitas (ϵ) medium selain udara lebih besar daripada permitivitas ruang hampa (ϵ_0)? Pikirkanlah jawabannya!



Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) adalah ahli fisika dari Prancis yang mempelopori teori elektrik. Ia dilahirkan di Angoulême. Ia merupakan ahli mesin militer Prancis di India Barat, tetapi mengundurkan diri dan kembali ke Blois, Prancis, pada waktu terjadi Revolusi Prancis dengan tujuan untuk melanjutkan risetnya di bidang kemagnetan, friksi, dan listrik. Pada 1777, ia menemukan neraca puntir untuk mengukur kekuatan interaksi antara dua muatan yang mengandung muatan listrik. Berdasarkan hasil penelitiannya, ia berhasil membuat sebuah formula yang sekarang dikenal sebagai Hukum Coulomb, yang mengatur interaksi antarmuatan listrik.

Contoh:

1. Dua keping logam bermuatan listrik masing-masing $+2 \times 10^{-9} \text{ C}$ dan $+3 \times 10^{-9} \text{ C}$ terpisah sejauh 3 cm. Berapakah besar gaya tolak-menolak kedua logam tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: $Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$
 $Q_2 = 3 \times 10^{-9} \text{ C}$
 $r = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$
 $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

Ditanya : F

Jawab:

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

$$F = 9 \times 10^9 \frac{(2 \times 10^{-9})(3 \times 10^{-9})}{(0,03)^2} = 6 \times 10^{-5} \text{ N}$$

Jadi, besar gaya tolak-menolaknya adalah $6 \times 10^{-5} \text{ N}$.

2. Dua buah muatan listrik yang sama terpisah sejauh 6 cm dan saling tolak-menolak dengan gaya 12 N. Berapakah muatan listriknya?

Penyelesaian:

Diketahui: $r = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$
 $F = 12 \text{ N}$
 $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

Ditanya: Q_1 dan Q_2

Jawab:

Karena muatan listriknya sama, maka $Q_1 = Q_2 = Q$

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

$$Q^2 = \frac{F r^2}{k} = \frac{(12)(0,06)^2}{9 \times 10^9} = 48 \times 10^{-13} \text{ C}^2$$

$$Q = \sqrt{48 \times 10^{-13} \text{ C}^2} = 2,19 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Jadi, besarnya muatan adalah $2,19 \times 10^{-6} \text{ C}$.



1. Dua keping logam masing-masing bermuatan $Q_1 = 2 \times 10^{-9}$ dan $Q_2 = 4 \times 10^{-9}$. Jika kedua muatan tersebut saling tarik-menarik dengan gaya 12 N, berapakah jarak antara kedua keping logam tersebut?
2. Dua buah muatan yang terpisah sejauh r meter saling tarik-menarik sebesar F . Berapakah besar gaya listrik antara kedua muatan tersebut ketika terpisah sejauh $2r$ meter?

C. Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-Hari

Listrik statis yang dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari ada yang terjadi secara alami, ada pula yang buatan. Munculnya petir ketika hujan merupakan salah satu bukti keberadaan listrik statis yang muncul secara alami, tanpa ada campur tangan manusia secara langsung. Sedangkan, listrik statis yang terjadi secara buatan di antaranya listrik yang digunakan dalam proses pengecatan mobil dan pada mesin fotokopi.

1. Petir

Petir merupakan peristiwa lepasnya muatan listrik statis yang terjadi secara dramatik dan alamiah. Peristiwa ini akibat dari keluarnya muatan-muatan listrik dari benda, dalam hal ini adalah awan. Pelepasan listrik statis kadang-kadang terjadi secara perlahan dan tenang. Namun, sesekali berlangsung cepat disertai percikan cahaya atau suatu bunyi ledakan. Percikan cahaya yang muncul ini disebut dengan kilat.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.6 Kilat

Info



Awan memiliki muatan listrik yang sangat besar.

Petir terjadi akibat adanya dua awan bermuatan listrik sangat besar dan berbeda jenis yang bergerak saling mendekati. Lalu, bagaimana awan dapat memiliki muatan listrik yang sangat besar? Pada awan hitam yang merupakan gumpalan air hujan, berhembus angin yang sangat kencang. Akibatnya, partikel-partikel di dalam awan yang bercampur debu, garam dari lautan, dan lain-lain, saling bertabrakan. Tabrakan ini menyebabkan lepasnya elektron dari partikel-partikel tersebut. Partikel yang kehilangan elektron bermuatan positif dan yang mendapat tambahan elektron bermuatan negatif. Akibatnya, awan yang memuat partikel tersebut akan menyimpan muatan listrik yang sangat besar. Muatan listrik negatif turun ke bagian dasar awan dan muatan positif naik ke bagian atas.

Ketika awan melewati sebuah bangunan, terutama yang tinggi, bagian bawah awan yang merupakan tempat terkumpulnya muatan negatif menginduksi bagian atas bangunan sehingga menyebabkan bagian atas bangunan ini bermuatan positif dan muatan negatif bangunan dipaksa turun ke bagian bawah bangunan.

Karena muatan pada kedua benda ini berlainan jenis berdasarkan sifat muatan, maka masing-masing muatan akan saling menarik satu sama lain. Saat itu, elektron melompat ke bagian atas bangunan dan menimbulkan kilat dengan energi panas yang sangat besar dan seringkali disertai bunyi menggelegar yang disebut petir. Selain bangunan, benda lain yang ada dan menjulang tinggi di permukaan bumi akan mengalami peristiwa yang sama. Benda yang terinduksi awan hingga menyebabkan timbulnya loncatan bunga api listrik (kilat) biasa disebut sebagai benda yang terkena sambaran petir.

Untuk menghindari bahaya yang diakibatkan oleh sambaran petir, **Benjamin Franklin**, orang pertama yang mengamati bahwa petir tak lain adalah listrik statis membuat alat yang ditujukan sebagai penangkal petir. Ia mengusulkan untuk menggunakan batang logam runcing yang ditaruh di atas benda yang akan dihindarkan dari petir, biasanya benda yang berupa bangunan, seperti gedung. Alat penangkal petir terdiri atas batang logam runcing yang disimpan di atap bangunan, lempeng logam tembaga yang tertanam dalam tanah sekitar kedalaman 2 meter, dan kawat penghantar sebagai penghubung batang logam dan lempeng tembaga. Bagian ujung penangkal terbuat dari logam yang merupakan konduktor. Aliran ion positif dari logam yang runcing ini menuju ke awan sehingga dapat mengurangi muatan listrik

Pikirkanlah

Mengapa penangkal petir harus dibuat dari logam yang ujungnya runcing? Bagaimana benda tersebut dapat menjadi penangkal petir? Kemukakan pendapatmu!

induksi pada atap bangunan dan menetralkan beberapa muatan listrik negatif pada awan. Ini dapat mengurangi kesempatan atap gedung tersambar petir. Jika petir masih menyambar, kawat penghantar pada alat ini menjadi jalan untuk elektron-elektron bergerak menuju ke dalam tanah tanpa merusak bangunan.

2. Pengecatan Mobil

Di negara kita, saat ini motor dan mobil tak lagi menjadi barang istimewa. Setiap harinya ribuan kendaraan melintas di jalan. Untuk memperoleh mobil dengan warna yang diinginkan, pengecatan pun dilakukan. Pengecatan mobil dengan menggunakan penyemprotan cat elektrostatis banyak digunakan untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pada proses ini, butiran cat yang berupa aerosol akan bermuatan listrik ketika bergesekan dengan mulut penyemprot. Butiran-butiran cat ini akan ditarik menuju badan mobil yang ditanahkan selama penyemprotan. Hasilnya dijamin pengecatan akan sampai pada bagian yang paling sukar dicapai apabila digunakan metode pengecatan yang biasa.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.7 Proses pengecatan mobil

3. Mesin Fotokopi

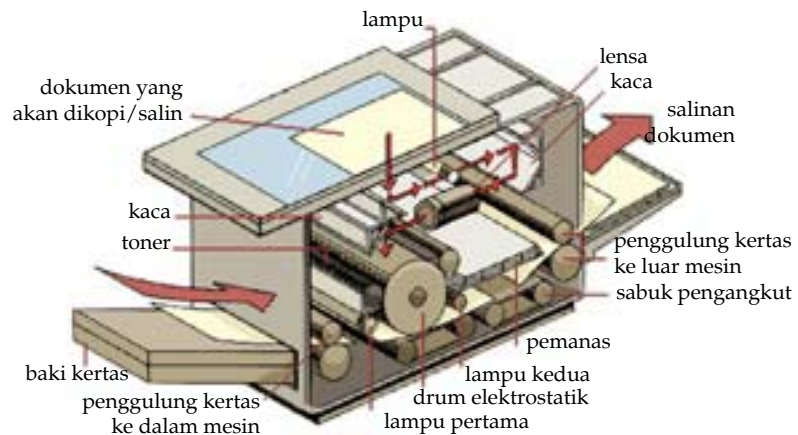
Selain memanfaatkan konsep listrik statis, pada mesin fotokopi juga dimanfaatkan konsep optik. Proses fotokopi ini menggunakan sifat unik dari logam selenium. Sebagai konduktor foto, selenium akan menjadi konduktor jika dikenai cahaya dan menjadi isolator jika berada dalam keadaan gelap. Langkah-langkah utama dalam mesin fotokopi adalah:

Info



Mesin fotokopi memanfaatkan konsep listrik statis dan konsep optik.

- 1) Permukaan drum mesin yang dilapisi logam selenium yang tipis diberi muatan positif dengan cara diputas di dekat kawat yang bermuatan tinggi.
- 2) Proses pembentukan suatu pola muatan yang merupakan pola cetakan dari halaman asli.
- 3) Bubuk tinta (toner) yang bermuatan negatif ditaburkan pada permukaan drum fotokonduktif.
- 4) Pemindahan toner ke kertas, diperoleh hasil fotokopi.
- 5) Setelah kertas difotokopi, perlahan-lahan permukaan drum itu kembali netral.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.8 Mesin fotokopi

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang.

Temukan penerapan konsep dari listrik statis yang ada di sekelilingmu. Kemudian, catatlah cara penggunaan alat tersebut. Setelah itu, presentasikan di depan kelas dan jika perlu gambarkan alat tersebut di papan tulis!



Kilasan Materi

- Listrik statis mengkaji tentang muatan listrik yang untuk sementara diam pada suatu benda.
- Besar muatan listrik proton dan elektron adalah sama, tetapi jenisnya berbeda.
- Muatan listrik yang sejenis (negatif dengan negatif atau positif dengan positif) jika didekatkan akan saling tolak-menolak.
- Muatan listrik yang tidak sejenis (negatif dengan positif atau positif dengan negatif) jika didekatkan akan saling tarik-menarik.
- Cara-cara untuk membuat muatan listrik adalah menggosok, induksi, dan arus listrik.
- Elektroskop adalah alat yang digunakan untuk mengetahui adanya muatan listrik pada suatu benda.
- Hukum Coloumb adalah aturan yang mengemukakan tentang hubungan antara gaya listrik dan besar masing-masing muatan listrik.
- Secara matematis, Hukum Coloumb dapat ditulis dalam persamaan:
$$F \approx \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \text{ atau } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$
- Konstanta dielektrik adalah perbandingan antara permitivitas medium (ϵ) dengan permitivitas ruang hampa (ϵ_0).
- Contoh listrik statis dapat kita lihat dalam petir, pengecatan mobil, dan mesin fotokopi.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang listrik statis, coba kamu jelaskan kembali konsep listrik statis! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari listrik statis? Pikirkanlah satu ide saja yang bisa kamu sumbangkan untuk lingkungan di sekitarmu dari konsep listrik statis yang sudah kamu pelajari!



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Benda yang kekurangan elektron disebut
 - a. bermuatan positif
 - b. bermuatan negatif
 - c. netral
 - d. bermuatan neutron
2. Berikut ini adalah cara-cara yang dapat dilakukan untuk membuat muatan listrik statis, *kecuali*
 - a. menggosok dan konduksi
 - b. induksi dan konklusi
 - c. menggosok dan induksi
 - d. konduksi dan induksi
3. Bahan-bahan yang tidak dapat menghantarkan muatan listrik disebut
 - a. konduktor
 - b. konduksi
 - c. induktor
 - d. isolator
4. Di bawah ini yang termasuk ke dalam konduktor adalah
 - a. besi, seng, kayu
 - b. plastik, karet, aluminium
 - c. kayu, plastik, karet
 - d. besi, seng, aluminium
5. Pemisahan muatan pada sebuah benda karena didekati benda lain yang bermuatan disebut
 - a. induksi
 - b. konduksi
 - c. menggosok
 - d. mendekatkan
6. Jika jarak dari dua muatan A dan B diperkecil, maka gaya listrik pada kedua muatan itu akan
 - a. makin kecil
 - b. makin besar
 - c. tetap
 - d. tidak ada gaya listrik
7. Sebuah benda didekatkan pada elektroskop. Jika daun elektroskop lebih kuncup dari semula, maka muatan benda yang didekatkan pada elektroskop bermuatan
 - a. positif
 - b. negatif
 - c. netral
 - d. positif dan negatif
8. Dua keping logam bermuatan yang terpisah sejauh 50 cm saling tarik-menarik dengan gaya 12 Newton. Jika jarak kedua muatan diperbesar menjadi dua kali semula, gaya tarik-menarik antarlogam tersebut adalah

a. 3 N	c. 12 N
b. 6 N	d. 24 N
9. Dua buah benda bermuatan yang berjarak 80 cm saling tolak-menolak dengan gaya F. Jika kedua benda tersebut digerakkan saling mendekat masing-masing 20 cm, maka gaya tolak-menolak antara kedua benda tersebut menjadi

a. 2 F	c. 6 F
b. 4 F	d. 8 F

10. Pada mesin fotokopi yang dapat menghantarkan arus listrik ketika terkena cahaya dan dapat menjadi isolator ketika keadaan gelap adalah

a. toner c. konduktor
b. selenium d. drum

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Mengapa sebatang kaca menjadi bermuatan positif ketika digosok kain sutera? Jelaskan!
2. Mengapa sebuah alat penangkal petir dibuat runcing pada bagian ujungnya dan diletakkan di tempat yang tinggi? Jelaskan!
3. Berapakah gaya listrik yang bekerja antara muatan listrik sebesar $+3 \times 10^{-9}$ C dengan muatan sebesar -8×10^{-9} C yang berjarak 3 cm?
4. Dua buah benda bermuatan positif yang terletak pada satu garis lurus terpisah sejauh 1,5 m. Jika muatan kedua benda tersebut sama dan gaya tolak-menolak yang terjadi adalah 6 N, berapakah muatan kedua benda tersebut?
5. Pada sebuah segitiga sama sisi yang panjangnya 6 cm terdapat muatan listrik masing-masing $+2 \times 10^{-9}$ C, $+4 \times 10^{-9}$ C, dan -6×10^{-9} C. Tentukanlah gaya yang dialami oleh:
 - a. muatan $+4 \times 10^{-9}$ C akibat dari muatan $+2 \times 10^{-9}$ C
 - b. muatan -6×10^{-9} C akibat dari muatan $+2 \times 10^{-9}$ C



1. Dengan menggosokkan benda yang terbuat dari plastik kepada kain wol, kita akan mendapatkan muatan listrik negatif pada benda yang terbuat dari plastik. Mengapa demikian? Apakah setiap benda dapat digunakan untuk membuat muatan listrik dengan cara digosokkan kepada kain wol? Jelaskan!
2. Mengapa awan memiliki muatan listrik yang sangat tinggi? Dapatkah kita memanfaatkan muatan listrik yang dikandung oleh awan tersebut? Jelaskan!
3. Sebutkan dan jelaskan contoh-contoh lain dari penerapan listrik statis dalam kehidupan sehari-hari! Diskusikan dengan teman sekelompokmu!

Bab

8

Listrik Dinamis



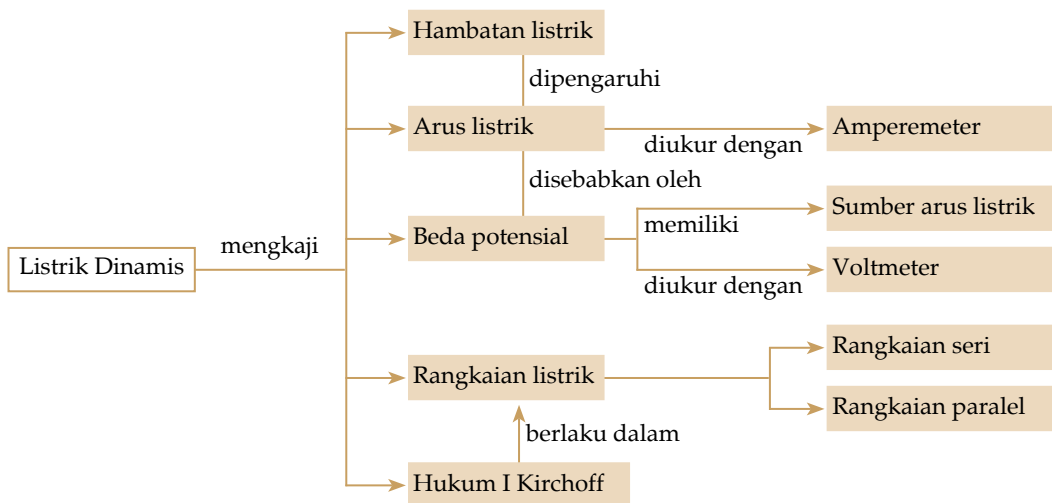
Sumber: image.google.co.id

Gambar 8.1
Pembangkit tenaga listrik

Listrik yang digunakan di rumah penduduk berasal dari pembangkit tenaga listrik. Listrik tersebut mengalir melalui sebuah kabel penghantar sehingga disebut listrik dinamis. Apa yang disebut listrik dinamis? Apa saja yang dikaji dalam listrik dinamis? Ayo cermati uraian dalam bab ini agar kamu dapat menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian listrik dinamis, arus listrik, beda potensial, dan hambatan listrik, mendeskripsikan cara kerja alat ukur listrik dalam suatu rangkaian, membedakan rangkaian seri dan paralel, melakukan percobaan cara mengukur arus listrik dan beda potensial, serta mendeskripsikan hubungan arus listrik dengan rangkaian hambatannya.

Peta Konsep



Coba kamu perhatikan kincir air. Ketika air menyentuh kincir, kincir akan berputar untuk menggerakkan turbin. Setelah turbin bergerak, generator akan bergerak pula dan menghasilkan arus. Begitulah cara kerja kincir air sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan melalui proses yang panjang nantinya listrik tersebut akan disalurkan ke perumahan-perumahan penduduk.

Listrik dinamis adalah kajian kelistrikan yang muatannya bergerak/mengalir. Pada pelajaran listrik dinamis ini, kamu akan mengenal istilah yang disebut dengan arus listrik, beda potensial, dan hambatan listrik. Listrik yang kini dapat dirasakan di rumah sehari-hari merupakan listrik yang muatannya bergerak. Untuk dapat memanfaatkan dan menghemat listrik yang digunakan, ikutilah pelajaran ini dengan cermat.

A. Arus Listrik

Berikut ini adalah uraian tentang pengertian arus listrik, pengukurannya, dan sumber arus listrik. Pelajarilah dengan cermat dan saksama.

1. Pengertian dan Pengukuran Arus Listrik

Seperti halnya air yang mengalir karena adanya perbedaan ketinggian, muatan listrik pun dapat mengalir karena adanya suatu perbedaan, yaitu perbedaan potensial listrik. Proton dan elektron dalam suatu muatan listrik mengalir dengan arah yang berbeda. Proton yang menyebabkan listrik bermuatan positif mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Sedangkan, elektron (muatan listrik negatif) mengalir dari tempat yang potensialnya rendah ke tempat yang potensialnya tinggi. Menurutmu, apakah kedua aliran muatan ini merupakan arus listrik? Yang disebut arus listrik hanyalah salah satu di antaranya, yaitu aliran proton atau muatan listrik positif yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Pada pelajaran sebelumnya, kamu telah mengenal arus listrik sebagai besaran pokok dengan satuan ampere (A). Untuk mengukur arus listrik ini, kita dapat menggunakan alat yang bernama amperemeter. Jarum amperemeter akan bergerak jika ada arus yang melaluinya. Adanya arus dapat dilihat dari nyala bola lampu atau kerja alat listrik lainnya. Untuk mengenal dan memahami cara kerja amperemeter, ikutilah eksperimen berikut!



Sumber: google.co.id

Gambar 8.2
Kincir air



Arus listrik adalah aliran proton atau muatan listrik positif yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.



Sumber: google.co.id

Gambar 8.3
Amperemeter

Aktivitas Siswa

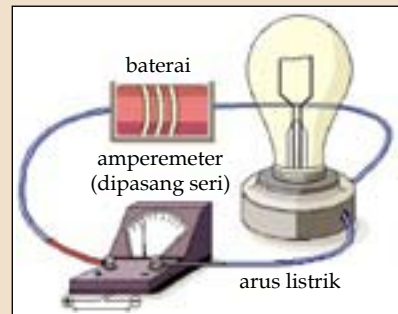
Lakukan aktivitas ini dengan temanmu!

Tujuan : Mengetahui cara kerja amperemeter dan mengukur arus listrik.

Alat dan bahan : Sebuah amperemeter, sebuah baterai, sebuah bola lampu kecil, dan penjepit buaya.

Langkah kerja:

1. Buatlah rangkaian alat seperti pada Gambar 8.4! Apakah bola lampu menyala?
2. Hubungkan baterai dengan amperemeter menggunakan penjepit! Amati yang terjadi pada bola lampu dan jarum amperemeter!
3. Lepaskan salah satu ujung penjepit dari amperemeter dan amati yang terjadi!
4. Buatlah kesimpulan dari eksperimenmu!



Sumber: Encarta 2005

Gambar 8.4
Cara mengukur arus listrik

Secara fisika, besar arus listrik atau disebut dengan kuat arus listrik, didefinisikan sebagai banyaknya muatan listrik positif yang mengalir pada suatu penghantar tiap satu satuan waktu, dapat ditulis oleh persamaan:

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{atau} \quad Q = It$$

dengan: Q = muatan listrik (Coulomb, C)
 I = kuat arus listrik (Ampere, A)
 t = waktu (sekon, s)

Contoh:

Arus yang mengalir pada sebuah kawat tembaga dalam waktu 5 menit adalah 2 A. Hitunglah muatan listrik yang mengalir pada kawat tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui : $I = 2 \text{ A}$ $t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ s}$

Ditanya : Q

Jawab:

$$Q = It = 2 \cdot 300 = 600 \text{ C}$$

Jadi, muatan listrik yang mengalir pada kawat tembaga tersebut adalah 600 C.

Menguji Diri



1. Berapa banyaknya elektron yang mengalir selama 1,5 menit dalam suatu kawat penghantar jika dihasilkan arus listrik 15 mA? (muatan elektron = $1,6 \times 10^{-19}$ C)
2. Pada sebuah kawat penghantar listrik mengalir muatan sebesar 5 coulomb dalam waktu setengah menit. Berapa kuat arus yang mengalir melalui kawat tersebut?

2. Sumber Arus Listrik

Dalam kehidupan sehari-hari, sumber arus listrik lebih dikenal dengan istilah sel listrik atau elemen listrik. Batu baterai dan aki (*accumulator*) adalah jenis sel listrik yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat beberapa jenis sel listrik, di antaranya sel volta, baterai, aki, dan sel Weston. Berdasarkan kemampuannya untuk dapat diisi ulang, sel-sel ini terbagi dalam dua kelompok, yaitu sel primer dan sel sekunder.

a. Sel Primer

Sel primer adalah kelompok sumber arus listrik yang apabila telah habis digunakan, muatannya tidak dapat diisi kembali. Sel listrik yang termasuk sel primer adalah sel volta, baterai, dan sel Weston.

1) Sel Volta

Sel volta merupakan sumber arus listrik yang pertama kali ditemukan oleh **Alessandro Volta**. Sel yang memiliki rangkaian paling sederhana ini pertama kali dibuat pada tahun 1800.

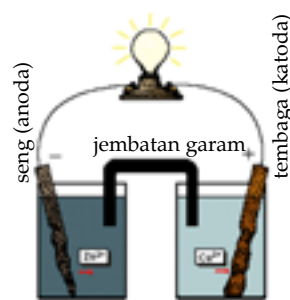
Sel ini disusun oleh sebuah lempeng seng sebagai elektroda negatif dan sebuah lempeng tembaga sebagai elektroda positif yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit asam sulfat (H_2SO_4). Karena rangkaiannya yang sangat sederhana, beda potensial yang dihasilkan pun relatif kecil, yaitu sekitar 1 volt.

Ketika kedua lempeng yang telah dicelupkan dihubungkan dengan kawat, reaksi kimia kemudian terjadi di dalamnya. Unsur seng dalam lempeng seng melarut dalam asam sehingga ion-ion positifnya akan berpindah ke dalam larutan. Akibatnya, lempeng seng akan bermuatan negatif

Info



Berdasarkan kemampuannya, sel listrik terbagi ke dalam dua kelompok, yaitu sel primer dan sel sekunder.



Gambar 8.5
Sel Volta

Sumber: Encarta 2005

dan bergerak melalui kawat menuju lempengan tembaga. Pada lempengan tembaga, elektron ditangkap oleh ion-ion positif hidrogen yang terdapat dalam larutan asam sehingga ion hidrogen berubah menjadi gas hidrogen. Setelah elemen bekerja, seng pada lempengan seng akan berkurang dan gelembung-gelembung gas hidrogen akan mengumpul pada lempeng tembaga.

Gelembung-gelembung yang menempel pada lempeng tembaga akan menghalangi kontak lempeng tembaga ini dengan larutan asam sehingga akan memberhentikan reaksi kimia yang terjadi. Peristiwa mengumpulnya gelembung-gelembung gas hidrogen di sekitar tembaga disebut polarisasi. Akibatnya, sel volta hanya dapat berfungsi dalam waktu yang relatif singkat dan kurang efisien untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2) Baterai



Gambar 8.6 Elemen kering (baterai)

Baterai adalah istilah sehari-hari yang digunakan untuk menyebutkan sel kering. Sumber arus listrik ini disebut sel kering karena sama sekali tidak mengandung cairan. Sel kering (*dry cell*) atau batu baterai terdiri atas dua elektroda sebagai kutub positif dan kutub negatif. Elektroda positif (anoda) adalah sebatang karbon yang dikelilingi campuran mangan dioksida dan serbuk karbon yang berfungsi untuk melindungi karbon dari kemungkinan terjadinya polarisasi, disebut juga sebagai depolarisator. Elektroda positif diselubungi oleh seng sebagai elektroda negatif. Di antara depolarisator dan seng terdapat pasta amonium klorida yang dicampur dengan serbuk kayu atau getah yang berfungsi sebagai elektrolit. Beda potensial antara kutub-kutub sel kering adalah 1,5 V atau kelipatannya.

3) Elemen Weston

Sel Weston disusun oleh air raksa (Hg) sebagai elektroda positif dan larutan (Amalgama cadmium -1% cadmium, 89% Hg) sebagai elektroda negatif, dan larutan elektrolit berupa larutan jenuh kadnium sulfat. Sebagai depolarisator, sel Weston menggunakan campuran merkuri sulfat (HgSO_4) dan kadnium sulfat (CdSO_4). Beda potensial yang dihasilkan sel Weston adalah konstan karena tidak dipengaruhi oleh

suhu dan tidak mengalami polarisasi. Akibatnya, sel Weston banyak digunakan untuk mengukur beda potensial.

b. Sel Sekunder

Sel sekunder adalah sumber arus listrik yang dapat diisi ulang ketika muatannya telah habis. Hal ini disebabkan oleh sel elektrokimia yang menjadi penyusunnya tidak memerlukan penggantian bahan pereaksi meskipun telah mengeluarkan sejumlah energi melalui rangkaian-rangkaian luarnya. Agar dapat bekerja dengan baik, maka pada pertama kali sel harus dimuati terlebih dahulu dengan cara melewati arus listrik dari sumber lain menuju sel. Dalam kehidupan sehari-hari, sel sekunder yang sering digunakan adalah akumulator (aki).

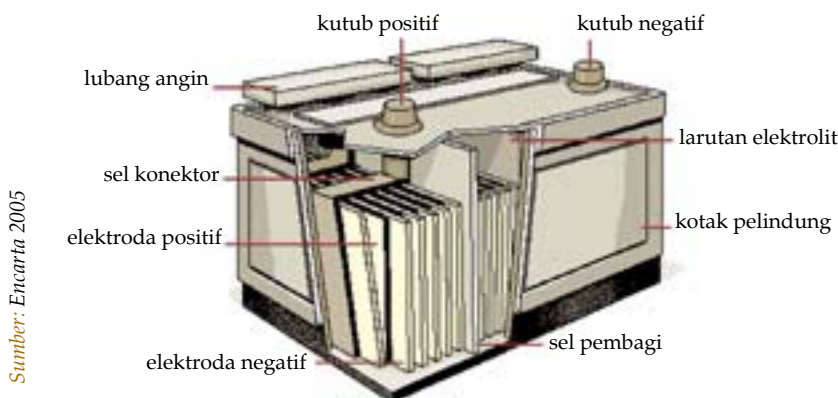
Aki terdiri atas pasangan-pasangan keping timbal dioksida yang bertindak sebagai elektroda positif dan timbal sebagai elektroda negatif. Setiap pasangan memberikan beda potensial 2 volt. Aki dirangkai seri sehingga dapat menghasilkan beda potensial yang lebih besar. Dalam sel ini, kepingan-kepingan timbal dan timbal dioksida dicelupkan ke dalam larutan elektrolit asam sulfat sekitar 30%.

Pada saat aki digunakan, konsentrasi larutan elektrolit berkurang dan mengakibatkan tidak adanya beda potensial pada kedua elektroda. Aki membutuhkan pengisian ulang jika arus listrik tidak lagi mengalir.

Untuk mengisinya, pastikan berada dalam keadaan kosong. Arus listrik dialirkan berlawanan arah dengan arah arus listrik yang dihasilkan aki. Kapasitas aki diukur dalam satuan ampere-jam (*ampere-hour* disingkat Ah). Kapasitas aki 40 Ah, berarti aki dapat bekerja selama 40 jam pada arus 1 Ampere atau selama 20 jam pada arus 2 A, dan seterusnya, sebelum aki diisi ulang. Alat yang digunakan untuk memeriksa muatan aki dinamakan hidrometer.

Pikirkanlah

Mengapa pada saat pengisian aki, arus listrik harus dialirkan berlawanan arah dengan arah arus listrik yang dihasilkan aki? Jelaskan!



Gambar 8.7 Akumulator

Contoh:

Gaya gerak listrik yang bekerja pada sebuah elemen adalah 9 volt dengan hambatan dalam 1 ohm. Jika elemen tersebut dihubungkan dengan sebuah lampu pijar 2 ohm, berapa kuat arus yang mengalir pada lampu dan tegangan jepitnya?

Penyelesaian:

Diketahui : $\varepsilon = 9 \text{ V}$; $r = 1 \text{ ohm}$; dan $R = 2 \text{ ohm}$

Ditanya : I dan V

Jawab:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{9}{2 + 1} = 3 \text{ A}$$

$$V = IR = 3 \text{ A} \cdot 2 \text{ ohm} = 6 \text{ V}$$

Jadi, kuat arus yang mengalir adalah 3 A dan tegangan jepitnya adalah 6 V.

B. Beda Potensial

Telah disebutkan bahwa dalam suatu penghantar, arus listrik mengalir dari tempat yang potensialnya tinggi ke tempat yang potensialnya rendah. Selisih potensial antara dua tempat dalam penghantar ini disebut dengan beda potensial. Dalam Sistem Internasional, satuan beda potensial adalah volt (V).

Beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik ketika saklar terbuka dan tidak mengalirkan arus adalah gaya gerak listrik (ggl), dinotasikan ε . Sedangkan, beda potensial antara kutub-kutub suatu elemen listrik ketika saklar ditutup dan mengalirkan muatan listrik disebut tegangan jepit, dilambangkan V . Nilai V berubah-ubah bergantung pada nilai hambatan bebannya. Hubungan antara ggl dengan sumber tegangan jepit dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \varepsilon - IR$$

dan tegangan jepit dapat dihitung dengan hambatan luar:

$$V = IR$$

Info



Gaya gerak listrik (ε) adalah beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik ketika saklar terbuka dan tidak mengalirkan arus, sedangkan tegangan jepit (V) adalah beda potensial antara kutub-kutub suatu elemen listrik ketika saklar ditutup dan mengalirkan muatan listrik.

Dari kedua persamaan di atas, maka:

$$\begin{aligned}\varepsilon - I r &= I R \\ \varepsilon &= I R + I r, \text{ sehingga} \\ \varepsilon &= I (R + r), \text{ atau } I = \frac{\varepsilon}{R + r}\end{aligned}$$

Menguji Diri



Sebuah aki mempunyai ggl sebesar 15 volt dan hambatan luarnya 1 ohm. Jika arus yang mengalir sebesar 10 A, berapa tegangan jepit pada kedua kutub aki?

Alat yang digunakan untuk mengukur beda potensial adalah voltmeter. Jarum pada voltmeter akan bergerak jika digunakan untuk mengukur rangkaian listrik yang memiliki beda potensial. Besarnya beda potensial rangkaian listrik yang diukur ditunjukkan oleh jarum voltmeter.

Pada rangkaian listrik yang akan diukur, voltmeter dipasang secara paralel. Untuk lebih memahaminya, ayo lakukan kegiatan berikut.

Aktivitas Siswa

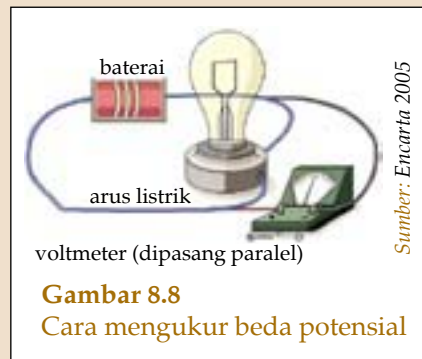
Kerjakanlah secara berkelompok.

Tujuan : Mengetahui cara kerja voltmeter dan mengukur beda potensial.

Alat dan bahan : Sebuah voltmeter, sebuah baterai, sebuah bola lampu kecil, dan enam buah penjepit buaya.

Langkah kerja:

1. Buatlah rangkaian alat seperti pada Gambar 8.8! Apakah bola lampu menyala?
2. Lepaskan salah satu penjepit yang menghubungkan baterai dengan voltmeter! Amati yang terjadi pada bola lampu dan jarum voltmeter!
3. Hubungkan kembali ujung penjepit yang dilepas pada langkah (2) dan amati yang terjadi!
4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini!



Gambar 8.8
Cara mengukur beda potensial



George Simon Ohm (1787 - 1854) adalah ahli fisika Jerman yang terkenal dengan penelitiannya tentang arus listrik. Ia dilahirkan di Erlangen dan menempuh pendidikan di University of Erlangen. Dari 1833 sampai 1849, ia menjabat sebagai direktur Polytechnic Institute of Nürnberg, dan dari 1852 sampai akhir hayatnya, ia menjadi profesor fisika di University of Munich. Perumusannya tentang hubungan antara arus listrik, tegangan, dan hambatan dikenal sebagai Hukum Ohm yang menjadi hukum dasar listrik dinamis.

Perhatikan rangkaian yang kamu buat dalam dua eksperimen yang telah kamu lakukan dalam pelajaran ini. Rangkaian yang dibuat untuk mengukur beda potensial berbeda dengan rangkaian yang dibuat untuk mengukur arus listrik. Untuk mengukur beda potensial, voltmeter dipasang secara paralel dengan baterai yang akan diukur beda potensial antara kutub-kutubnya. Sedangkan, untuk mengukur arus listrik, amperemeter dirangkai seri dengan baterai dan lampunya.

C. Hambatan

Pada 1927, seorang fisikawan Jerman bernama **George Simon Ohm** melakukan penelitian untuk mencari hubungan antara beda potensial dan kuat arus listrik. Berdasarkan hasil penelitiannya, Ohm membuat suatu grafik beda potensial terhadap arus listrik. Ternyata, grafik tersebut membentuk suatu garis lurus yang condong ke kanan dan melalui titik pusat koordinat (0, 0). Dari grafik ini, Ohm menemukan bahwa kemiringan grafik sama dengan besar hambatan rheostat yang digunakannya dalam penelitian tersebut. Berdasarkan penelitian ini, Ohm membuat kesimpulan yang hingga kini dikenal dengan sebutan Hukum Ohm, yang berbunyi: *"Pada suhu tetap, tegangan listrik V pada suatu penghantar sebanding dengan kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut"*.

Kesimpulan ini dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } V = IR$$

dengan: V = beda potensial (volt, V)
 I = kuat arus listrik (ampere, A)
 R = hambatan (Ohm, Ω)

Contoh:

Hambatan sebuah setrika listrik yang dipakai pada tegangan 220 V adalah 40 Ω . Berapakah kuat arus listrik yang harus dialirkan pada penghantar agar setrika tersebut dapat berfungsi?

Penyelesaian:

Diketahui : $V = 220 \text{ V}$; $R = 40 \Omega$.

Ditanya : I

Jawab:

$$V = IR \Leftrightarrow I = \frac{V}{R}$$
$$\Leftrightarrow I = \frac{220 \text{ V}}{40 \Omega} = 5,5 \text{ A}$$

Jadi, arus listrik yang diperlukan setrika tersebut adalah sebesar 5,5 A.

Menguji Diri



1. Sebuah kawat yang memiliki hambatan 5 ohm diberi beda potensial 12 V. Hitunglah kuat arus yang mengalir pada kawat tersebut!
2. Sebuah lampu senter dengan hambatan 3 ohm menyala setelah dialiri arus sebesar 6 A. Berapakah beda potensial antara ujung-ujung baterai yang digunakan pada senter tersebut?

1. Pengaruh Hambatan terhadap Jenis Bahan

Hambatan yang dimiliki oleh suatu bahan penghantar ternyata dapat mempengaruhi kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut. Hambatan yang besar pada suatu bahan menyebabkan bahan tersebut sukar mengalirkan arus listrik, sedangkan bahan yang hambatannya kecil akan lebih mudah mengalirkan arus listrik. Berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan arus listrik, bahan dibedakan menjadi konduktor, isolator, semi konduktor, dan super konduktor.

a. Konduktor

Bahan konduktor adalah bahan yang mudah mengalirkan arus karena elektron-elektron di setiap atomnya tidak terikat kuat oleh inti atom sehingga mudah bergerak atau berpindah. Dengan kata lain, bahan konduktor adalah bahan yang memiliki hambatan kecil. Bahan yang termasuk konduktor di antaranya adalah besi, baja, dan tembaga.

Info



Hambatan yang besar pada suatu bahan menyebabkan bahan tersebut sukar mengalirkan arus listrik, sedangkan bahan yang hambatannya kecil akan lebih mudah mengalirkan arus listrik.

b. Isolator

Bahan isolator memiliki sifat yang berlawanan dengan bahan konduktor. Bahan yang termasuk isolator sangat sulit, bahkan tidak bisa mengalirkan arus listrik. Pada bahan isolator, elektron-elektron di setiap atom pada bahan isolator terikat kuat oleh inti atom sehingga sangat sukar untuk bergerak dan berpindah. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa bahan isolator memiliki hambatan yang sangat besar. Namun, pada kondisi tertentu bahan isolator dapat berubah menjadi bahan konduktor. Kondisi tersebut adalah ketika bahan isolator mendapat tegangan yang sangat tinggi. Tegangan tinggi ini akan melepaskan elektron dari ikatan dengan inti atom sehingga elektron pada bahan isolator tersebut akan menjadi mudah bergerak dan berpindah. Bahan yang tergolong isolator adalah kayu dan plastik.

c. Semi Konduktor

Bahan semi konduktor adalah bahan-bahan yang kadang bersifat isolator dan kadang bersifat konduktor. Yang termasuk bahan ini adalah karbon, silikon, dan germanium.

d. Super Konduktor

Bahan super konduktor adalah bahan yang sangat kuat mengalirkan arus. Ilmuwan yang pertama kali menemukan bahan ini adalah tokoh yang berasal dari Belanda yang bernama **Kamerlingh Onnes** pada 1991. Bahan yang beliau temukan adalah raksa dan timah.

2. Hambatan Kawat Logam

Pada suatu kawat logam, hambatan listrik yang dimilikinya ternyata dipengaruhi oleh panjang bahan (kawat), luas penampang, dan hambatan jenis bahan kawat tersebut. Hambatan jenis suatu bahan (kawat) atau resistivitas adalah suatu besaran fisika dari suatu bahan yang tergantung pada temperatur dan jenis bahan tersebut. Bahan konduktor memiliki hambatan jenis yang kecil, sebaliknya bahan isolator memiliki hambatan jenis yang besar. Hambatan jenis beberapa bahan dapat kamu lihat pada tabel berikut ini.

Info



Resistivitas adalah suatu besaran fisika dari suatu bahan yang tergantung pada temperatur dan jenis bahan tersebut.

Tabel 8.3 Hambatan Jenis Bahan

No.	Nama Bahan	Hambatan Jenis pada suhu 20°C (ohm m)
1.	Konduktor	
	Perak	1.59×10^{-8}
	Tembaga	1.72×10^{-8}
	Emas	2.24×10^{-8}
	Aluminium	2.65×10^{-8}
	Tungsten	5.65×10^{-8}
	Besi	9.71×10^{-8}
	Platina	10.6×10^{-8}
	Nikhron	100×10^{-8}
2.	Semikonduktor	
	Karbon (grafit)	1.5×10^{-1}
	Germanium (murni)	5×10^{-1}
	Silikon (murni)	3×10^3
3.	Isolator	
	Kaca	10.7×10^{10}
	Kuarsa	7.5×10^{17}

Berdasarkan banyak percobaan, para ahli menyimpulkan bahwa makin panjang dan makin besar hambatan jenis kawat, maka hambatan kawat pun akan makin besar. Tetapi, hambatan kawat logam tersebut akan berkurang jika luas penampang kawat logam tersebut makin besar. Hubungan ini dipenuhi oleh persamaan:

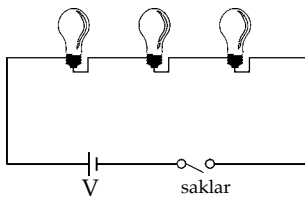
$$R = \frac{\rho \cdot \lambda}{A}$$

dengan: R = hambatan kawat logam (ohm)
 ρ = hambatan jenis kawat (ohm m)
 λ = panjang kawat (m)
 A = luas penampang kawat (m²)

D. Rangkaian Listrik

Pernahkah kamu mematikan saklar lampu, lalu lampu di seluruh ruangan tempat kamu itu padam? Mengapa itu bisa terjadi? Lalu, mengapa pula di rumah kita terdapat banyak saklar?

Ketika saklar dimatikan, maka semua lampu padam. Hal ini dikarenakan lampu-lampu itu disusun dengan rangkaian seri, seperti rangkaian yang kamu buat pada eksperimen mengukur arus listrik. Sedangkan, alasan dibuat banyaknya saklar di rumah adalah untuk menghindari terhentinya semua aliran listrik jika kamu mematikan lampu. Banyaknya saklar menunjukkan bahwa rangkaian yang digunakan adalah rangkaian paralel, seperti yang kamu buat saat mengukur beda potensial.



Gambar 8.9
Rangkaian seri

1. Rangkaian Seri

Rangkaian seri adalah penyusunan komponen-komponen listrik secara berderet. Rangkaian seri dibuat untuk membagi-bagi beda potensial sekaligus memperbesar hambatan listrik. Karenanya, rangkaian seri jarang digunakan untuk merangkai komponen listrik di rumah-rumah.

Jika suatu hambatan listrik dirangkai seri, maka kuat arus yang mengalir pada masing-masing hambatan akan sama besar, meskipun hambatan masing-masing komponen berbeda. Sehingga, pada rangkaian ini berlaku:

- $I_{tot} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$
- $V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$
- Karena 1) dan 2), maka berdasarkan hukum Ohm:

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

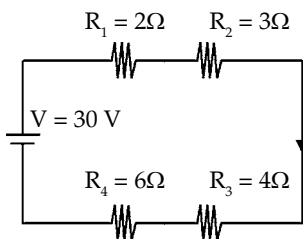
$$I_{tot} R_{tot} = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + \dots + I_n R_n$$

$$I_{tot} R_{tot} = I_{tot} R_1 + I_{tot} R_2 + I_{tot} R_3 + \dots + I_{tot} R_n$$

$$I_{tot} R_{tot} = I_{tot} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Jadi, untuk n buah hambatan yang disusun seri, maka hambatan penggantinya adalah $R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$.



Gambar 8.10

Contoh:

Empat buah hambatan masing-masing besarnya $2\ \Omega$, $3\ \Omega$, $4\ \Omega$, dan $6\ \Omega$ dirangkai seri dengan kuat arus yang masuk sebesar $30\ \text{V}$. Tentukanlah:

- hambatan total
- tegangan listrik yang melalui setiap hambatan
- kuat arus di setiap resistor

Penyelesaian:

Diketahui: $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 4\ \Omega$, $R_4 = 6\ \Omega$;
 $V = 30\ \text{V}$

Ditanya:

- hambatan total
- tegangan listrik yang melalui setiap hambatan
- kuat arus di setiap resistor

Jawab:

- $R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = (2 + 3 + 4 + 6) \Omega = 15 \Omega$
- Berdasarkan Hukum Ohm, $I_{tot} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$.

Dengan menggunakan Hukum Ohm, dapat dihitung:

$$I_{tot} = \frac{V_{tot}}{R_{tot}} = \frac{30 \text{ V}}{15 \Omega} = 2 \text{ A}$$

Jadi, arus yang mengalir melalui setiap hambatan sama dengan arus total yaitu 2 A.

- Tegangan di setiap resistor:

$$V_1 = I_1 R_1 = 2 \text{ A} \cdot 2 \text{ ohm} = 4 \text{ V}$$

$$V_2 = I_2 R_2 = 2 \text{ A} \cdot 3 \text{ ohm} = 6 \text{ V}$$

$$V_3 = I_3 R_3 = 2 \text{ A} \cdot 4 \text{ ohm} = 8 \text{ V}$$

$$V_4 = I_4 R_4 = 2 \text{ A} \cdot 6 \text{ ohm} = 12 \text{ V}$$

Jadi, tegangan di $R_1 = 4 \text{ V}$, $R_2 = 6 \text{ V}$, $R_3 = 8 \text{ V}$, dan $R_4 = 12 \text{ V}$.

Menguji Diri

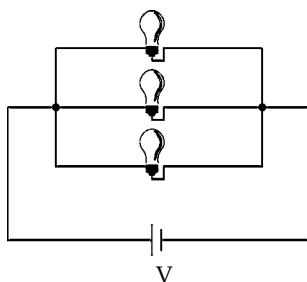


Empat buah hambatan masing-masing besarnya 2Ω , 3Ω , 4Ω , dan 6Ω dirangkai secara seri, kemudian ujung-ujungnya ditutup oleh sumber tegangan sebesar 45 V. Tentukanlah:

- hambatan total
- kuat arus yang melalui setiap hambatan
- tegangan di setiap resistor

2. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah penyusunan komponen-komponen listrik secara berjajar. Rangkaian ini berfungsi untuk membagi-bagi arus dan memperkecil hambatan listrik. Jika suatu hambatan listrik dirangkai paralel, maka beda potensial pada masing-masing hambatan akan sama besar sehingga pada rangkaian ini berlaku:



Gambar 8.11
Rangkaian paralel

- $V_{tot} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$
- $I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$
- Karena 1) dan 2), maka berdasarkan hukum Ohm:

$$I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$\frac{V_{tot}}{R_{tot}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

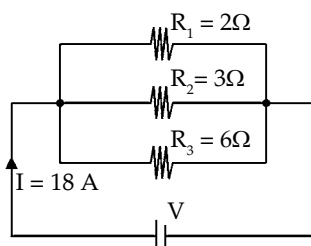
$$\frac{V_{tot}}{R_{tot}} = \frac{V_{tot}}{R_1} + \frac{V_{tot}}{R_2} + \frac{V_{tot}}{R_3} + \dots + \frac{V_{tot}}{R_n}$$

$$\frac{V_{tot}}{R_{tot}} = V_{tot} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)$$

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

Jadi, untuk n buah hambatan yang disusun paralel, maka hambatan penggantinya adalah:

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



Gambar 8.12
Rangkaian paralel (2Ω , 3Ω , 6Ω)

Contoh:

Tiga buah hambatan masing-masing besarnya 2Ω , 3Ω , dan 6Ω dirangkai paralel dengan kuat arus yang masuk sebesar 18 A . Tentukanlah:

- hambatan total
- tegangan listrik yang melalui setiap hambatan
- kuat arus di setiap resistor

Penyelesaian:

Diketahui: $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, dan $R_3 = 6\Omega$;
 $I = 18 \text{ A}$

Ditanya:

- hambatan total
- tegangan listrik yang melalui setiap hambatan
- kuat arus di setiap resistor

Jawab:

- Hambatan penggantinya adalah:

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{3 + 2 + 1}{6} = \frac{6}{6} = 1 \Rightarrow R_{tot} = 1$$

Jadi, hambatan penggantinya adalah 1 ohm.

- b. Berdasarkan Hukum Ohm, $V_{tot} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4$. Dengan menggunakan Hukum Ohm, dapat dihitung:

$$\begin{aligned} V_{tot} &= I_{tot} R_{tot} \\ &= 18 \text{ A} \cdot 1 \Omega \\ &= 18 \text{ V} \end{aligned}$$

Jadi, beda potensial hambatan adalah 18 V.

- c. Kuat arus listrik di setiap resistor:

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{18 \text{ V}}{2 \Omega} = 9 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{18 \text{ V}}{3 \Omega} = 6 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{18 \text{ V}}{6 \Omega} = 3 \text{ A}$$

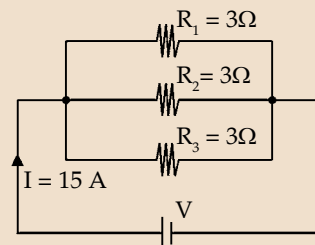
Jadi, kuat arus di $R_1 = 9 \text{ A}$, di $R_2 = 6 \text{ A}$, dan di $R_3 = 3 \text{ A}$.

Menguji Diri



Tiga buah hambatan masing-masing 3 ohm dirangkai paralel. Jika mengalir ke dalam rangkaian tersebut adalah 15 A, tentukan:

- hambatan total
- tegangan listrik yang melalui setiap hambatan
- kuat arus di setiap resistor
- Jika kemudian dirangkai seri dengan hambatan 4 ohm, berapakah hambatan pengganti pada rangkaian tersebut?



Gambar 8.13
Rangkaian paralel
($R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$)

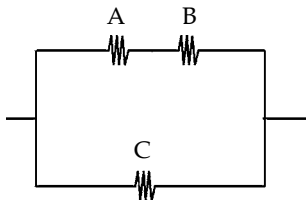
E. Hukum I Kirchoff

Pada pembahasan rangkaian listrik telah disebutkan bahwa arus listrik yang mengalir di setiap hambatan pada rangkaian seri sama besar. Sedangkan, arus listrik

pada rangkaian paralel sebanding dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan resistornya. Hubungan antara arus yang mengalir dan rangkaian hambatan listriknya pertama kali ditemukan oleh ilmuwan fisika bernama **Kirchoff**. Kesimpulan dari hasil penelitiannya yang hingga sekarang dikenal sebagai Hukum Kirchoff, menyatakan bahwa kuat arus yang masuk melalui suatu penghantar sama dengan kuat arus yang keluar dari penghantar tersebut. Kesimpulan ini dapat dituliskan dalam persamaan:

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

Contoh:



Gambar 8.14

Suatu penghantar listrik dirangkai seperti pada Gambar 8.14. Arus yang masuk pada rangkaian itu adalah 12 A dan arus yang mengalir di A adalah 3 A. Tentukanlah arus di B dan di C!

Penyelesaian:

Diketahui: $I_m = 12 \text{ A}$; $I_A = 3 \text{ A}$

Ditanya: I_B dan I_C

Jawab:

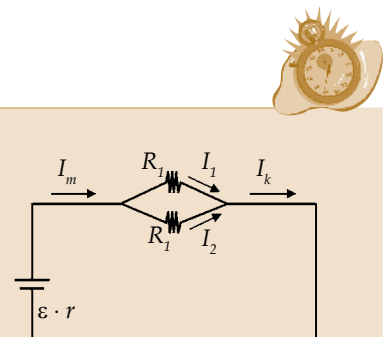
$$\text{Jumlah } I_{\text{masuk}} = \text{Jumlah } I_{\text{keluar}}$$

- Karena arus yang keluar dari A seluruhnya masuk ke B, maka arus di B = arus di A. Jadi, $I_B = I_A = 3 \text{ A}$.
- $I_C = I_m - I_A = 12 \text{ A} - 3 \text{ A} = 9 \text{ A}$

Jadi, arus yang melalui cabang B adalah 3 A dan arus yang melalui cabang C adalah 9 A.

Menguji Diri

Ketika dihubungkan dengan alat listrik, sebuah baterai mengeluarkan arus sebesar 3 A. Jika arus yang mengalir pada R_1 adalah 0,5 A, berapakah besar arus yang mengalir pada R_2 dan I_k ? (Lihat Gambar 8.15)



Gambar 8.15



Kilasan Materi

- Arus listrik adalah aliran proton atau muatan listrik positif yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.
- Gaya gerak listrik (ϵ) adalah beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik ketika saklar terbuka dan tidak mengalirkan arus.
- Tegangan jepit (V) adalah beda potensial antara kutub-kutub suatu elemen listrik ketika saklar ditutup dan mengalirkan muatan listrik.
- Hukum Ohm menyatakan bahwa:

$$R = \frac{V}{I} \text{ atau } V = IR$$

- Resistivitas adalah besaran fisika dari suatu bahan yang tergantung pada temperatur dan jenis bahan tersebut.
- Rangkaian seri dibuat untuk membagi-bagi beda potensial sekaligus memperbesar hambatan listrik.
- Hambatan pengganti untuk hambatan-hambatan yang disusun seri adalah:
- Hambatan pengganti untuk hambatan-hambatan yang disusun paralel adalah:

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

- Hukum Kirchoff menyatakan bahwa kuat arus yang masuk melalui suatu penghantar sama dengan kuat arus yang keluar dari penghantar tersebut.

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

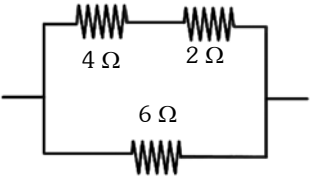
Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang listrik dinamis, coba kamu jelaskan kembali konsep listrik dinamis! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari listrik dinamis?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Muatan listrik yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah disebut
 - beda potensial
 - arus listrik
 - hambatan listrik
 - gaya gerak listrik
- Peristiwa munculnya gelembung-gelembung gas hidrogen pada elektroda positif (tembaga) dalam sel listrik disebut
 - polarisasi
 - depolarisasi
 - polarisator
 - depolarisator
- Timah dan raksa tergolong jenis bahan
 - isolator
 - semi konduktor
 - konduktor
 - super konduktor
- Sel listrik yang tidak mengalami polarisasi sehingga digunakan untuk mengukur beda potensial adalah
 - sel volta
 - sel kering
 - sel Weston
 - akumulator
- Jika sebuah baterai HP dialiri arus sebesar 5 A selama 4 jam, muatan yang ada dalam baterai itu adalah
 - 72 kC
 - 36 kC
 - 1200 C
 - 20 C
- Beda potensial sebuah baterai pada saat saklar tertutup adalah 6 volt dengan hambatan dalam 0,2 ohm. Jika saklar ditutup sehingga mengalir arus sebesar 10 V, beda potensial saat itu adalah
 - 3 V
 - 4 V
 - 5 V
 - 6 V
- Suatu penghantar yang dihubungkan dengan sumber listrik yang beda potensialnya 9 V dapat mengalirkan arus sebesar 6 A. Hambatan penghantar tersebut adalah
 - 0,67 ohm
 - 1,5 ohm
 - 3 ohm
 - 54 ohm
- Berikut ini adalah yang adalah yang mempengaruhi hambatan kawat logam, *kecuali*
 - massa jenis kawat
 - diameter kawat
 - panjang kawat
 - massa kawat
- 

Suatu penghantar dirangkai seperti pada gambar di atas. Jika beda potensial yang dihubungkan pada rangkaian adalah 6 V, kuat arusnya adalah
 - 2 A
 - 1 A
 - 0,2 A
 - 0,1 A

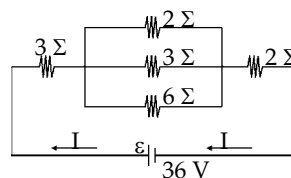
10. Jumlah kuat arus yang masuk melalui satu titik cabang sama dengan jumlah kuat arus yang keluar darinya. Pernyataan tersebut dikenal dengan nama
 - a. hukum Ohm
 - b. hukum Kirchoff
 - c. hukum Ampere
 - d. hukum listrik

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebuah baterai mobil mainan mampu menyimpan hingga 50.000 Coulomb. Jika baterai tersebut dapat mengalirkan arus sebesar 5 A, berapa usia pakai baterai tersebut?
2. Akfen mempunyai 16 buah lampu pijar berwarna yang akan ia susun menjadi dua buah rangkaian terpisah masing-masing 8 buah lampu. Rangkaian pertama disusun secara seri dan rangkaian kedua disusun secara paralel. Jika salah satu lampu pada tiap rangkaian dipadamkan, apa yang akan terjadi pada lampu lain dari masing-masing rangkaian tersebut? Jelaskan jawabanmu!
3. Dua buah hambatan masing-masing 3 W dan 9 W dirangkai secara paralel, kemudian dirangkai kembali secara seri dengan hambatan lain sebesar 1,75 W. Rangkaian tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan yang memiliki GGL 12 volt dan hambatan dalam 2 W. Tentukan:
 - a. kuat arus yang mengalir pada tiap-tiap hambatan luar
 - b. tegangan pada tiap-tiap hambatan luar
4. Suatu penghantar yang memiliki tiga cabang dialiri arus sebesar 40 A. Perbandingan arus yang mengalir pada cabang pertama, kedua, dan ketiga adalah 2 : 3 : 5. Hitunglah besar arus yang mengalir pada cabang ketiga!
5. Perhatikan gambar di samping!

Tentukan:

- a. hambatan pengganti
- b. kuat arus yang melalui setiap hambatan
- c. tegangan tiap-tiap hambatan



1. Mengapa peristiwa mengalirnya elektron dari tempat yang potensialnya rendah ke tempat yang potensialnya tinggi tidak disebut sebagai arus listrik?
2. Hambatan jenis tembaga adalah $1,27 \times 10^{-8}$, sedangkan hambatan jenis besi adalah $9,41 \times 10^{-8}$. Mengapa hambatan jenis besi lebih besar daripada hambatan jenis tembaga? Bahan mana yang lebih baik untuk dijadikan konduktor? Jelaskan!
3. Sebutkan sumber-sumber arus listrik yang dapat kamu temukan dalam kehidupan sehari-harimu! Sumber arus listrik mana yang lebih efisien dan efektif untuk kamu gunakan? Jelaskan! Diskusikan dengan teman sebangkumu!

Bab

9

Energi dan Daya Listrik

Sumber: image.google.co.id

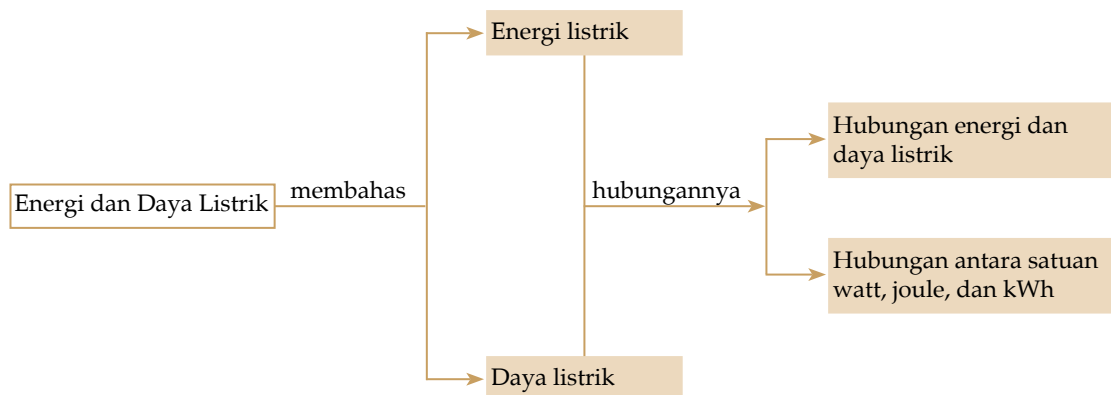


Gambar 9.1
Peralatan listrik

Peralatan listrik yang digunakan untuk berbagai keperluan akan mengurangi jumlah energi yang tersedia karena energi listrik berubah menjadi bentuk energi yang lain. Besarnya energi listrik yang berubah tersebut ditentukan oleh besarnya daya dari alat listrik yang digunakan. Apakah yang dimaksud dengan energi listrik dan daya listrik? Apa hubungan keduanya? Bagaimanakah penerapannya dalam kehidupan sehari-hari? Kamu akan menemukan jawabannya setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian energi dan daya listrik, mendeskripsikan hubungan energi dengan daya listrik, serta menghitung besarnya energi listrik yang digunakan dan biaya yang harus dibayarkan.

Peta Konsep



Dalam kehidupan sehari-hari, kamu dapat melihat betapa pentingnya listrik untuk kehidupanmu. Misalnya, kamu dapat belajar di malam hari dengan bantuan cahaya dari lampu, ibu dapat membuat kue dengan bantuan alat-alat listrik, dan sebagainya.

Sekarang, coba kamu cermati uraian berikut ini agar kamu dapat memahami hubungan antara energi dan daya listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

A. Energi Listrik

Sebelum kamu mempelajari energi dan daya listrik, ayo ingat kembali hukum kekekalan energi yang berbunyi: “Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya bisa berubah bentuk dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya”. Dengan kata lain, tidak ada manusia yang dapat menciptakan atau menghilangkan energi.

Berdasarkan hukum tersebut, energi hanya dapat berubah bentuk ke bentuk lainnya. Perubahan-perubahan energi inilah yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan hidup manusia. Energi listrik yang dihasilkan dari energi kinetik dapat berubah bentuk menjadi energi cahaya, energi gerak, energi bunyi, dan bentuk energi lainnya yang dibutuhkan oleh manusia.

Besarnya energi listrik yang dikeluarkan sumber energi listrik dipengaruhi oleh besarnya tegangan (V), kuat arus (I) dan waktu (t) sehingga apabila penghantar yang hambatannya R diberikan tegangan V pada ujung-ujungnya, dan arus I melaluinya, maka dalam waktu t detik, besar energi listrik yang diperoleh dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W = V I t$$

Dengan memanfaatkan hukum Ohm, $V = I R$, maka diperoleh:

$$W = I^2 R t \quad \text{atau} \quad W = \frac{V^2}{R} t$$

dengan: W = energi listrik (Joule, J)
 V = tegangan listrik (Volt, V)
 I = arus listrik (Ampere, A)



James Watt (1736-1819) adalah seorang insinyur besar dari Skotlandia, Britania Raya. Ia dilahirkan di Greenock, Skotlandia, pada 19 Januari 1736. Ia berhasil menciptakan mesin uap pertama yang efisien. Ternyata mesin uap ini merupakan salah satu kekuatan yang mendorong terjadinya Revolusi Industri, khususnya di Britania dan Eropa pada umumnya.

Ia meninggal di Birmingham, Inggris, pada 19 Agustus 1819. Untuk menghargai jasanya, nama belakangnya, yaitu Watt digunakan sebagai nama satuan daya, misalnya daya mesin dan daya listrik.

R = hambatan listrik (Ohm, W)

t = waktu (sekon, s)

Dalam kehidupan sehari-hari, banyak alat-alat yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energinya. Alat-alat ini mengubah energi listrik menjadi energi lain yang lebih praktis digunakan manusia. Perubahan tersebut di antaranya:

- 1) Energi listrik menjadi energi panas, contohnya pada peralatan rumah tangga, seperti setrika, solder, kompor listrik, dan hair dryer.
- 2) Energi listrik menjadi energi cahaya, contohnya pada lampu.
- 3) Energi listrik menjadi energi gerak, contohnya pada kipas angin, dinamo.



Sumber: Image bank

Gambar 9.2

Peralatan yang mengubah energi listrik menjadi energi panas

Sumber: Dokumen penerbit



Gambar 9.3

Pada lampu terjadi perubahan energi listrik menjadi energi cahaya

Sumber: Image bank



Gambar 9.4

Pada kipas angin terjadi perubahan energi listrik menjadi energi gerak

Contoh:

Dua buah hambatan masing-masing besarnya $3\ \Omega$ dan $6\ \Omega$ dirangkai secara seri dan dihubungkan dengan sebuah baterai sehingga kuat arus yang masuk sebesar $2\ \text{A}$. Jika kuat arus mengalir selama 5 menit, tentukanlah:

- a. energi listrik yang diberikan baterai
- b. energi listrik termal yang muncul pada masing-masing hambatan

Penyelesaian:

Diketahui: $R_1 = 3\ \Omega$ dan $R_2 = 6\ \Omega$
 $I = 2\ \text{A}$
 $t = 5\ \text{menit} = 300\ \text{s}$

Ditanya:

- W yang diberikan baterai
- W termal yang timbul pada R_1 dan R_2

Jawab:

- Hambatan penggantinya adalah:

$$R_{total} = R_1 + R_2 = 3 + 6 = 9 \Omega$$

Maka, energi yang diberikan baterai:

$$W = I^2 R_{total} t = (2 \text{ A})^2 \cdot (9 \Omega) \cdot (300 \text{ s}) = 10.800 \text{ joule}$$

Jadi, energi listrik yang diberikan baterai adalah 10,8 kJ.

- Ingat bahwa pada rangkaian seri, kuat arus listrik masing-masing hambatan adalah sama.

$$\text{Pada } R_1, W = I^2 R_1 t = (2 \text{ A})^2 \cdot (3 \Omega) \cdot (300 \text{ s}) = 3.600 \text{ J}$$

$$\text{Pada } R_2, W = I^2 R_2 t = (2 \text{ A})^2 \cdot (6 \Omega) \cdot (300 \text{ s}) = 7.200 \text{ J}$$

Menguji Diri



- Tiga buah lampu dipasang secara paralel dengan hambatan masing-masing adalah 2Ω , 3Ω dan 6Ω , dihubungkan dengan tegangan sebesar 18 V. Jika lampu tersebut menyala selama 8 jam, tentukanlah:
 - energi listrik yang dihasilkan
 - energi listrik pada masing-masing lampu
- Energi listrik yang dihasilkan sebuah lampu pijar yang memiliki hambatan 4 ohm ketika dialiri arus listrik selama 2 menit adalah 4320 Joule. Berapakah kuat arus yang mengalir pada lampu pijar tersebut?

B. Daya Listrik

Pernahkah kamu perhatikan alat-alat listrik yang ada di rumahmu? Jika kamu perhatikan dengan cermat, setiap peralatan listrik tersebut selalu mencantumkan spesifikasi dari alat-alat tersebut. Misalnya, pada setrika listrik tercantum tulisan 220 V - 300 W. Berarti, jika diberi tegangan 220 V, maka daya listrik yang dipakai oleh setrika listrik tersebut adalah 300 W. Lalu, apa yang dimaksud dengan daya listrik?

Daya listrik diartikan sebagai kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk. Setiap peralatan listrik memiliki daya

Info



Daya listrik diartikan sebagai kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk.

Info



Daya listrik adalah kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk menjadi energi lain.

yang berbeda dan besarnya daya listrik tersebut dipengaruhi oleh tegangan dan kuat arus yang mengalir. Hubungan tersebut secara matematis dapat ditulis dalam persamaan:

$$P = V I$$

dengan: P = daya listrik (watt, W)
 I = kuat arus listrik (ampere, A)
 V = tegangan listrik (volt, V)

Karena $V = I R$ dan $I = \frac{V}{R}$, maka persamaannya dapat ditulis menjadi:

$$P = I^2 R \text{ atau } P = \frac{V^2}{R}$$

1. Hubungan antara Daya dan Energi Listrik

Kita tahu bahwa besarnya energi listrik diperoleh berdasarkan rumus $W = V I t$ atau dapat ditulis:

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

Dengan menggunakan persamaan di atas, diperoleh hubungan antara energi listrik dan dayanya, yaitu:

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

dengan: P = daya listrik (watt)
 W = energi listrik (Joule)
 t = waktu (detik/sekon)

Jadi, dapat disimpulkan bahwa daya listrik sebanding dengan energi listrik, dan berbanding terbalik dengan waktu penggunaannya.

Hubungan antara daya dan energi listrik dapat dilihat dalam perhitungan besarnya energi listrik yang digunakan oleh suatu keluarga. Besarnya energi listrik yang digunakan dapat dihitung dari besarnya daya suatu alat listrik, dikalikan dengan lamanya waktu pemakaian. Makin besar daya dari alat listrik tersebut dan makin lama waktu pemakaiannya,

Pikirkanlah



Bagaimanakah cara memilih dan menggunakan alat-alat listrik agar energi yang digunakan tidak terlalu besar?

maka energi listrik yang terpakai akan makin besar. Oleh karena itu, untuk menghemat energi listrik, kamu harus menggunakan peralatan listrik yang dayanya kecil dan meminimalkan waktu pemakaiannya.

Contoh:

1. Pada tegangan 220 V, sebuah setrika listrik dapat mengalirkan arus sebesar 25 A. Hitunglah:
 - a. daya setrika listrik tersebut
 - b. energi listrik yang digunakan selama 2 menit
2. Suatu alat listrik yang memiliki daya 20 watt digunakan selama 1 jam. Berapakah energi yang dihasilkan alat listrik tersebut?

Penyelesaian:

1. Diketahui: $V = 220 \text{ V}$
 $I = 25 \text{ A}$
 $t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ s}$

Ditanya:

- a. P
- b. W

Jawab:

- a. $P = V I = (220 \text{ V}) \cdot (25 \text{ A}) = 5.500 \text{ watt}$
Jadi, daya setrika listrik tersebut adalah 5.500 watt.
- b. $W = P t = (5.500 \text{ W}) \cdot (120 \text{ s}) = 660.000 \text{ Joule} = 660 \text{ kJ}$
Jadi, energi listrik tersebut adalah 660 kJ.

2. Diketahui: $P = 20 \text{ watt}$ dan $t = 1 \text{ jam} = 3600 \text{ s}$
Ditanya: W

Jawab:

$$\begin{aligned} W &= P t \\ &= 20 \text{ watt} \cdot 3600 \text{ s} \\ &= 72.000 \text{ joule} \\ &= 72 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi, energi yang dihasilkan alat tersebut adalah 72 kJ.



1. Pada sebuah alat listrik tercantum spesifikasi 440 W - 220 V. Tentukan:
 - a. besarnya hambatan kawat alat tersebut
 - b. energi yang dihasilkan selama 1 jam
2. Hambatan sebuah alat listrik yang dihubungkan dengan tegangan 9 V adalah 2 ohm. Jika alat tersebut digunakan dalam waktu 5 menit, tentukanlah:
 - a. daya alat tersebut
 - b. energi listrik yang dimiliki alat tersebut

2. Hubungan antara Satuan Watt, Joule, dan kWh

Seperti kita ketahui sebelumnya bahwa rumus daya listrik adalah $P = \frac{W}{t}$, dengan satuan 1 watt = 1 joule/1 sekon atau 1 J = 1 Ws.

Jadi, 1 joule menyatakan banyaknya energi listrik yang dihasilkan oleh daya 1 watt selama 1 sekon. Karena satuan ini terlalu kecil untuk menyatakan pemakaian energi listrik di rumah-rumah atau gedung-gedung, maka digunakan satuan yang lebih besar, yaitu *kilowatt hour* (kWh). Alat yang digunakan untuk mengukurnya disebut kWh meter.

Satu kWh menyatakan energi listrik yang dihasilkan oleh daya 1 kilowatt selama 1 jam.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kWh} &= 1 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\
 &= 1.000 \text{ W} \times 3.600 \text{ s} \\
 &= 3.600.000 \text{ J} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Contoh:

Di rumah Adi terdapat 3 buah lampu 40 W, 2 buah lampu 80 W, dan 1 buah TV 200 W. Setiap harinya peralatan tersebut dinyalakan selama 5 jam. Hitunglah biaya yang harus dikeluarkan keluarga Adi setiap bulannya jika harga 1 kWh = Rp200,00! (1 bulan = 30 hari)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui: } P_{\text{lampu}} &= 40 \text{ W sebanyak 3 buah} \\
 P_{\text{lampu}} &= 80 \text{ W sebanyak 2 buah} \\
 P_{\text{TV}} &= 200 \text{ W} \\
 t &= 5 \text{ jam per hari} \\
 \text{tarif 1 kWh} &= \text{Rp}200,00
 \end{aligned}$$



Sumber: image.google.co.id

Gambar 9.5
kWh meter

Ditanya: biaya listrik selama 1 bulan

Jawab:

- Daya total listrik (P) = $(3 \cdot 40 \text{ W}) + (2 \cdot 80 \text{ W}) + 200 \text{ W} = 480 \text{ W}$
- Energi listrik 1 hari (W) = $P \cdot t = 480 \text{ W} \cdot 5 \text{ jam} = 2.400 \text{ watt jam} = 2,4 \text{ kWh}$
- Energi listrik 1 bulan (W) = $30 \cdot 2,4 \text{ kWh} = 72 \text{ kWh}$
- Biaya listrik 1 bulan = $72 \text{ kWh} \cdot \text{Rp}200,00/\text{kWh} = \text{Rp}14.400,00$

Jadi, biaya yang harus dikeluarkan keluarga Adi selama 1 bulan adalah Rp14.400,00.

Menguji Diri



1. Sebuah rumah menggunakan peralatan-peralatan listrik sebagai berikut:

- 5 buah lampu dengan daya 60 W dinyalakan 8 jam setiap hari.
- 3 buah lampu dengan daya 100 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
- Pesawat televisi dengan daya 250 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
- Setrika listrik dengan daya 300 W dinyalakan 3 jam setiap hari.
- Lemari es dengan daya 200 W dinyalakan 24 jam setiap hari.
- Komputer dengan daya 300 W dinyalakan 10 jam setiap hari.

Berapakah besar biaya yang harus dibayar oleh pemilik rumah tersebut pada bulan Desember jika harga 1 kWh Rp500,00?

2. Sebuah perusahaan menggunakan peralatan-peralatan listrik sebagai berikut:

- 15 buah lampu dengan daya 25 W dinyalakan 12 jam setiap hari.
- 3 buah lampu dengan daya 50 W dinyalakan 7 jam setiap hari.
- 8 buah lampu dengan daya 10 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
- 4 buah pesawat televisi dengan daya 250 W dinyalakan 8 jam setiap hari.
- 2 buah pesawat televisi dengan daya 250 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
- 5 buah printer dengan daya 250 W dinyalakan 8 jam setiap hari.
- 10 buah komputer dengan daya 400 W dinyalakan 12 jam setiap hari.
- 2 buah lemari es dengan daya 450 W dinyalakan sepanjang hari.

Jika harga 1 kWh Rp750,00, berapakah besar biaya pemakaian listrik yang harus dibayar oleh perusahaan tersebut pada setiap bulannya?

Aktivitas Siswa

Tujuan : Menghitung besarnya energi listrik yang digunakan selama 1 bulan.

Kamu dapat menghitung besarnya energi listrik yang digunakan oleh keluargamu selama 1 bulan. Caranya adalah sebagai berikut:

1. Perhatikanlah angka yang tertulis pada kWh meter di rumahmu. Kemudian, catat dalam buku. Lakukan pencatatan ini di awal bulan.
2. Setelah sebulan, perhatikan dan catat kembali angka yang tertera pada kWh meter di rumahmu.
3. Hitunglah selisihnya. Itu adalah banyaknya energi listrik yang digunakan oleh keluargamu.
4. Lakukan kegiatan ini setiap bulan agar kamu dapat mengontrol pemakaian daya listrik di rumahmu. Catatlah hasilnya ke dalam tabel seperti berikut.



No.	Bulan	Angka pada kWh meter		
		Awal	Akhir	Selisih



Kilasan Materi

- Energi listrik yang dihasilkan dari energi kinetik dapat berubah bentuk menjadi energi cahaya, energi panas, energi bunyi, dan bentuk energi lainnya.
- Energi listrik yang diperoleh dirumuskan sebagai berikut:
 $W = V I t$ atau $W = I^2 R t$
- Daya listrik adalah kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk, dirumuskan dengan:
 $P = V I$ atau $P = I R$
- Nilai 1 joule menyatakan banyaknya energi listrik yang dihasilkan oleh daya 1 watt selama 1 sekon.
- Nilai 1 kWh menyatakan energi listrik yang dihasilkan oleh daya 1 kilowatt selama 1 jam.
- kWh meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur banyaknya energi listrik yang dipakai.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang energi dan daya listrik, coba kamu jelaskan kembali konsep energi dan daya listrik! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya sehingga kamu dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Besarnya energi listrik yang dikeluarkan sumber energi listrik dipengaruhi oleh
a. tegangan c. daya
b. waktu d. kuat arus
2. Dalam Sistem Internasional, satuan energi listrik adalah
a. Ohm c. Joule
b. Newton d. Watt
3. Arus yang mengalir pada sebuah penghantar listrik yang memiliki hambatan 2,5 ohm adalah 2 A. Jika energi listrik yang terpakai 600 J, maka waktu yang diperlukan adalah
a. 1 menit c. 60 menit
b. 2 menit d. 120 menit
4. Perubahan energi yang terjadi pada motor listrik adalah
a. energi listrik menjadi energi kalor
b. energi listrik menjadi energi kimia
c. energi listrik menjadi energi mekanik
d. energi listrik menjadi energi bunyi
5. Sebuah peralatan listrik dihubungkan dengan tegangan 120 V dan mengalir arus sebesar 3 A. Daya alat listrik tersebut adalah
a. 40 watt
b. 120 watt
c. 240 watt
d. 360 watt
6. Suatu alat listrik yang memiliki daya 25 watt digunakan 40 menit setiap harinya. Energi listrik yang dihasilkan alat listrik tersebut adalah
a. 60 J c. 60 kJ
b. 600 J d. 600 kJ
7. Sebuah lemari es memiliki daya 300 W. Jika digunakan selama 20 jam setiap harinya, banyaknya energi yang digunakan setiap harinya adalah
a. 6 Wh c. 6 kWh
b. 600 Wh d. 600 kWh
8. Sebuah lampu pijar bekerja dengan arus 0,5 A dan beda potensial 220 V. Daya yang digunakan lampu tersebut adalah
a. 110 W c. 330 W
b. 220 W d. 440 W
9. Alat-alat berikut dapat mengubah energi listrik menjadi energi kalor, *kecuali*
a. setrika listrik
b. kompor listrik
c. motor listrik
d. solder listrik
10. Ana menggunakan peralatan listrik komputer dan televisi setiap harinya selama 4 jam. Jika daya listrik komputer dan televisi masing-masing 350 W dan 250 W dan harga 1 kWh Rp250,00, maka biaya yang harus dikeluarkan Ana selama 10 hari adalah
a. Rp6.000,00 c. Rp8.000,00
b. Rp7.000,00 d. Rp9.000,00

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan perbedaan listrik statis dan listrik dinamis!
2. Apa yang dimaksud dengan daya listrik dan energi listrik?
3. Mana yang lebih menguntungkan untuk energi listrik?
 - a. beberapa hambatan dirangkai secara seri
 - b. beberapa hambatan dirangkai secara paralelJelaskan jawabanmu!
4. Tiga buah hambatan masing-masing besarnya 2 W, 3 W dan 6 W dirangkai secara paralel dan dihubungkan dengan sebuah baterai sehingga kuat arus yang masuk sebesar 12 A. Jika kuat arus mengalir selama 2 menit, tentukanlah:
 - a. energi listrik yang diberikan baterai
 - b. energi listrik termal yang muncul pada masing-masing hambatan
5. Sebuah rumah menggunakan peralatan-peralatan listrik sebagai berikut:
 - Empat buah lampu dengan daya 50 W dinyalakan 8 jam setiap hari.
 - Dua buah lampu dengan daya 80 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
 - Televisi dengan daya 300 W dinyalakan 5 jam setiap hari.
 - Setrika listrik dengan daya 300 W dinyalakan 3 jam setiap hari.
 - Kompor listrik dengan daya 500 W dinyalakan 4 jam setiap hari.
 - Komputer dengan daya 300 W dinyalakan 10 jam setiap hari.Berapakah besar biaya yang harus dibayar oleh pemilik rumah tersebut pada bulan Maret jika harga 1 kWh Rp750,00?



1. Sebutkan peristiwa-peristiwa di sekitarmu yang merupakan contoh perubahan bentuk energi listrik menjadi bentuk energi lainnya! Jelaskan!
 2. Persediaan energi listrik makin sedikit sehingga kita harus menghemat penggunaan energi listrik. Menurutmu, seperti apakah kriteria alat-alat listrik yang hemat energi? Jelaskan kaitannya dengan konsep daya listrik!
 3. Jelaskan hubungan antara energi dan daya listrik! Diskusikan dengan teman sekelompokmu!
-



Uji Kemampuan Semester I

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Yang bukan alat ekskresi adalah
 - a. kulit
 - b. hati
 - c. keringat
 - d. ginjal
2. Bagian nefron yang tersusun atas anyaman-anyaman pembuluh darah kapiler adalah
 - a. kapsul bowman
 - b. badan malpighi
 - c. glomerulus
 - d. medula
3. Salah satu cara adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan yang kurang air adalah
 - a. berakar pendek
 - b. permukaan daun berlapis lilin tipis
 - c. daun lebar
 - d. daun kecil, tebal
4. Adaptasi morfologi dari hewan yang hidup di gurun
 - a. minum banyak
 - b. makan banyak
 - c. memiliki cadangan makanan
 - d. berkaki kokoh
5. Tumbuhan yang hidup di air memiliki ciri
 - a. daun tipis, berlapis lilin tebal
 - b. daun tebal, berlapis lilin tebal
 - c. daun tebal, berlapis lilin tipis
 - d. daun tipis, berlapis lilin tipis
6. Kromosom yang bersifat haploid ada pada

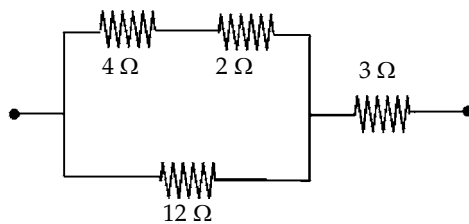
a. sel tubuh	c. sel ginjal
b. sel hepar	d. sel gamet
7. Sifat pada individu yang keduanya bergabung dan muncul disebut

a. dominan	c. intermediet
b. resesif	d. alela

8. Jika warna merah bersifat dominan dan terjadi perkawinan dengan individu warna putih bersifat resesif, maka keturunannya
- 75% warna merah
 - 50% warna putih
 - 25% warna putih
 - 100% warna merah
9. Dipersilangkan dua tanaman jambu berbuah lebat rasa asam dengan tanaman jambu lain yang berbuah sedikit rasa manis. Rasa manis dan buah lebat bersifat dominan. Fenotip F1 nya adalah
- buah lebat, rasa asam
 - buah lebat, rasa manis
 - buah sedikit, rasa asam
 - buah sedikit, rasa manis
10. Pembuatan tempe dilakukan dengan bantuan jamur
- acetobactor xylinum*
 - rhizopus oligosporus*
 - aspergillus oryzae*
 - aspergillus soyae*
11. *Neurospora sp.* adalah mikroorganisme yang digunakan dalam pembuatan
- tape
 - kecap
 - sake
 - oncom
12. Besaran berikut termuat dalam hukum Ohm, *kecuali*
- beda potensial
 - jumlah muatan
 - kuat arus
 - hambatan
13. Pada jarak 4 cm, dua muatan saling tarik menarik dengan gaya F. Jika kedua muatan masing-masing digerakkan 0,01 m saling mendekati, maka gaya tarik menarik kedua benda tersebut sekarang adalah
- | | |
|--------|--------|
| a. 2 F | c. 6 F |
| b. 4 F | d. 8 F |
14. Muatan 1800 C diisikan pada sebuah penghantar selama 2 jam. Kuat arus yang dapat mengalir dari penghantar tersebut adalah
- 0,25 A
 - 0,5 A
 - 2,5 A
 - 5 A

15. Listrik statis dapat kita jumpai pada peristiwa berikut, *kecuali*
 - a. proses fotokopi
 - b. pengecatan mobil
 - c. petir
 - d. cetak foto
16. Rangkaian listrik di rumah-rumah disusun paralel dengan tujuan
 - a. agar arus yang digunakan kecil
 - b. biaya yang dikeluarkan kecil
 - c. agar dapat mematikan aliran listrik dengan memutus satu saklar
 - d. agar dapat memanfaatkan listrik walaupun ada saklar yang dimatikan
17. Sumber arus listrik yang dapat digunakan berulang kali adalah
 - a. sel Volta
 - b. sel Weston
 - c. sel kering
 - d. akumulator

Untuk menjawab soal nomor 18 dan 19, perhatikan gambar berikut!



18. Hambatan pengganti pada rangkaian di atas adalah
 - a. $21\ \Omega$
 - b. $9\ \Omega$
 - c. $7\ \Omega$
 - d. $6\ \Omega$
19. Jika kuat arus yang masuk pada rangkaian tersebut adalah 18 A, maka kuat arus yang mengalir pada hambatan $12\ \Omega$ adalah
 - a. 10,5 A
 - b. 3 A
 - c. 6 A
 - d. 12 A
20. Alat yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik adalah
 - a. kompor gas
 - b. baterai
 - c. generator
 - d. motor listrik

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Sebutkan alat-alat ekskresi pada manusia! Jelaskan fungsinya!
2. Jelaskan cara penurunan sifat menurut Hukum Mendel!
3. Jelaskan peranan mikroorganisme dalam perkembangan bioteknologi!
4. Sebutkan dan jelaskan cara-cara membuat muatan listrik!
5. Jelaskan hubungan antara energi listrik dengan daya listrik!

C. Isilah kotak di bawah ini dengan kata yang tepat dan sesuai dengan pertanyaan di bawahnya!

1.	M									
2.	E									
3.	N									
4.	D									
5.	E									
6.	L									

Pertanyaan:

1. Pendarahan akibat luruhnya lapisan endometrium
2. Pembuangan zat sisa metabolisme tubuh
3. Sel saraf
4. Kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk
5. Muatan listrik negatif
6. Alat yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya

Bab 10 Kemagnetan



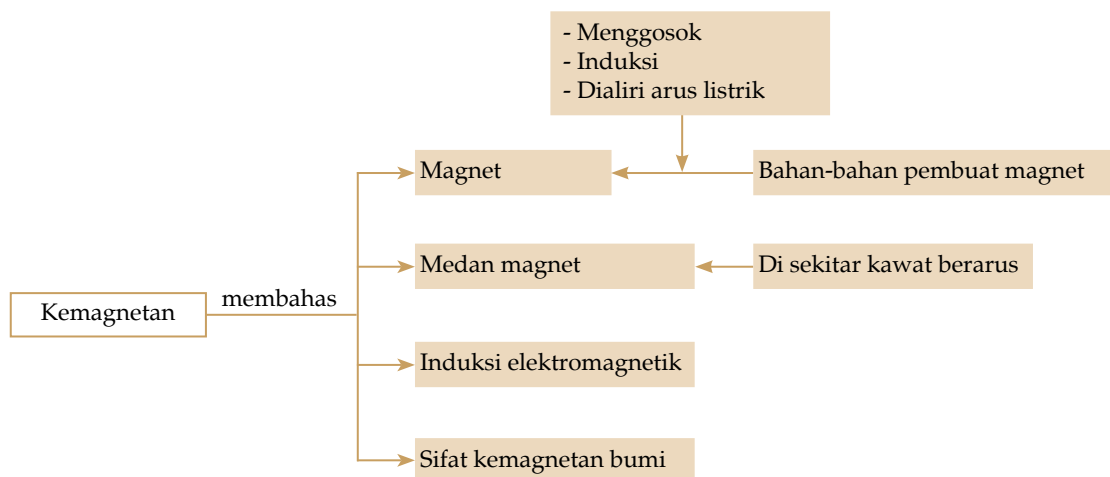
Sumber: image.google.co.id

Gambar 10.1
Dinamo sepeda

Dinamo sepeda merupakan salah satu alat yang dapat menghasilkan arus listrik. Di dalam dinamo terdapat kumparan (lilitan kawat) dan magnet. Arus listrik yang dihasilkan merupakan hasil kerja dari kumparan dan magnet tersebut. Mengapa magnet dan kumparan dapat menghasilkan arus listrik? Bagaimanakah sifat-sifat magnet sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan arus listrik? Bagaimanakah caranya? Ayo pelajari bab ini dan coba temukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian magnet, sifat-sifat magnet, bahan pembuat magnet, cara membuat magnet, dan medan magnet, menjelaskan sifat kemagnetan bumi, mendeskripsikan proses elektromagnet dan induksi elektromagnetik beserta contoh penerapannya dalam kehidupan.

Peta Konsep



Seorang pemulung besi menggunakan suatu alat yang mengandung magnet untuk memisahkan paku dan benda-benda lainnya yang mengandung besi. Dengan alat tersebut, pemulung besi dapat dengan mudah memisahkan benda-benda yang mengandung besi dan kemudian mengumpulkannya.

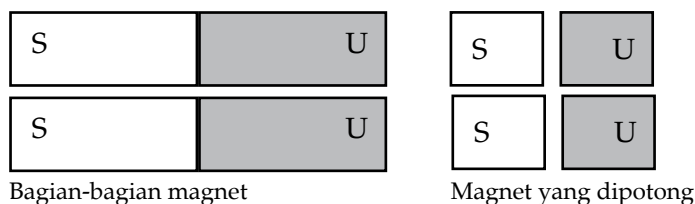
Hal di atas merupakan contoh penerapan magnet dalam kehidupan sehari-hari. Untuk lebih memahami tentang konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan, mari cermati uraian berikut ini.

A. Magnet

Magnet pertama kali ditemukan di suatu daerah bernama Magnesia. Magnet adalah batu bermuatan yang memiliki sifat dapat menarik benda yang mengandung partikel besi (Fe_2O_4).

1. Kutub-Kutub Magnet

Kutub-kutub magnet adalah bagian ujung magnet yang memiliki kekuatan paling besar untuk menarik partikel besi dibandingkan bagian magnet yang lain. Setiap magnet memiliki dua buah kutub, yaitu kutub selatan dan kutub utara. Garis lurus yang menghubungkan kedua kutub ini disebut sumbu magnet. Jika kita menggantung sebuah magnet dan mendiamkannya, arah memanjang magnet selalu mengarah ke arah utara-selatan. Sementara itu, jika sebuah magnet dipotong, maka setiap potongan tersebut akan tetap memiliki dua kutub dan menjadi sebuah magnet yang baru.



Gambar 10.2 Magnet batang

Jika kamu mendekatkan kutub-kutub magnet yang sejenis langsung dengan tanganmu, maka kamu dapat melihat bahwa kedua kutub tersebut akan sangat sulit disatukan. Makin kuat usaha yang kamu berikan, makin kuat magnet tersebut melawan usahamu. Jika kamu mencoba mendekatkan dua kutub magnet yang sejenis di atas meja dengan sedikit menyentuhnya, maka makin dekat kamu mengarahkan kedua kutub magnet itu, sehingga salah

satu magnet akan berputar dan memberikan kutub yang berlawanan jenis untuk menyatu dengan kutub yang lain. Dapatkah kamu menjelaskan mengapa hal itu bisa terjadi? Ya, hal itu dapat terjadi karena kutub-kutub magnet memiliki sifat tertentu, yaitu:

- a) Dua kutub magnet yang sejenis bila didekatkan akan saling tolak menolak.
- b) Dua kutub magnet yang berlawanan jenis bila didekatkan akan saling tarik-menarik.

2. Bahan Magnetik dan Nonmagnetik

Bahan magnetik adalah benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet. Berdasarkan pengertian magnet, bahan magnetik mengandung partikel besi. Benda yang tergolong benda magnetik di antaranya adalah besi, nikel, dan kobalt. Bahan magnetik pada umumnya merupakan bahan yang dapat ditarik dengan kuat oleh magnet sehingga disebut juga bahan feromagnetik.

Bahan nonmagnetik adalah bahan yang tidak ditarik secara kuat oleh magnet. Berdasarkan daya tarik magnetnya, bahan nonmagnetik terbagi dua, yaitu bahan paramagnetik dan diamagnetik. Bahan paramagnetik adalah bahan yang dapat ditarik oleh magnet, tetapi tarikannya sangat lemah. Bahan yang tergolong paramagnetik adalah aluminium, tembaga, kaca, dan kayu. Sementara itu, bahan diamagnetik adalah bahan yang apabila didekatkan dengan magnet, maka magnet akan menolaknya (menjauhinya). Logam mineral yang tergolong bahan diamagnetik di antaranya emas dan timah hitam.

3. Pembuatan Magnet

Pada dasarnya, sebuah bahan magnet tersusun dari sejumlah besar magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer. Pada bahan magnet, magnet-magnet elementer membentuk pola susunan yang tidak teratur. Bahan magnet dapat dibuat magnet dengan cara membuat susunan magnet elementer ini membentuk pola yang beraturan.

Berdasarkan cepat lambatnya bahan magnet ini menjadi magnet, maka bahan ini dapat digolongkan menjadi:

- a) Bahan magnet lunak, yaitu bahan magnet yang magnet elementernya mudah diatur sehingga bahan itu mudah dan relatif cepat dijadikan magnet.
- b) Bahan magnet keras, yaitu bahan magnet yang magnet elementernya sukar diatur sehingga relatif sulit dan

Info



Bahan magnetik adalah benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet, sedangkan bahan non-magnetik adalah bahan yang tidak ditarik secara kuat oleh magnet.

akan membutuhkan waktu yang lama untuk menjadi magnet.

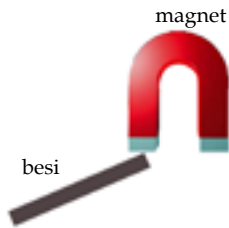
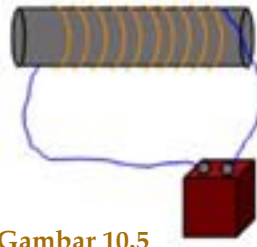
Berdasarkan kekuatan mempertahankan sifat magnetnya, suatu magnet dapat dikelompokkan menjadi:

- Magnet sementara, yaitu magnet yang susunan magnet elementernya mudah kembali tidak teratur setelah bahan magnetnya dijadikan magnet.
- Magnet permanen, yaitu magnet yang susunan magnet elementernya sukar untuk tidak teratur lagi sehingga memiliki daya tahan yang relatif lama untuk menjadi magnet.

Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa bahan yang termasuk magnet lunak juga merupakan magnet sementara, contohnya besi. Sementara itu, bahan yang merupakan magnet keras juga magnet permanen, contohnya baja.

Terdapat tiga cara untuk membuat bahan magnet menjadi magnet, yaitu menggosok, induksi, dan arus listrik. Penjelasannya dapat kamu lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.1 Cara-Cara Membuat Besi Menjadi Magnet

Menggosok	Cara ini dapat dilakukan dengan menggosokkan bahan itu ke magnet dalam satu arah. Kutub magnet yang dihasilkan bahan akan berlawanan arah dengan kutub magnet yang digunakan untuk menggosok.	 Gambar 10.3
Induksi	Cara ini dapat dilakukan dengan mendekatkan bahan magnet pada suatu magnet kuat (tanpa menyentuhkannya). Ujung bahan magnet yang didekatkan ke ujung magnet utama akan menjadi kutub yang berlawanan dengan kutub magnet utama yang terdekat.	 Gambar 10.4
Arus listrik	Untuk membuat magnet dengan cara ini, bahan magnet harus dialiri arus. Arus listrik ini dialirkan searah melalui kawat yang dililitkan pada bahan magnet. Magnet yang dibuat dengan cara ini dinamakan magnet listrik atau elektromagnet. Untuk menentukan kutub-kutub magnetnya, digunakan kaidah tangan kanan.	 Gambar 10.5

Sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara pemanasan atau pemukulan. Dengan melakukan hal ini, berarti kamu telah mengganggu susunan magnet elementer sehingga susunannya kembali tidak teratur dan sifat magnetnya hilang.

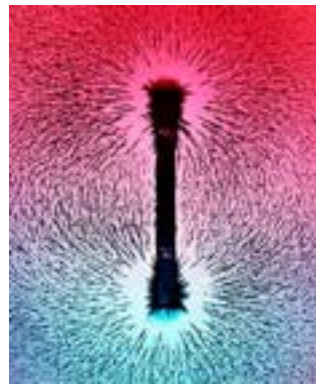
4. Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah sekitar magnet yang pada daerah itu magnet lain masih dipengaruhi oleh gaya magnetik jika diletakkan di atasnya. Jika di daerah tersebut ditaburkan serbuk besi, maka serbuk besi akan ditarik oleh kutub magnet dan membentuk pola garis, disebut garis gaya magnet.

Sifat-sifat dari garis gaya magnet adalah:

- garis gaya magnet keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan,
- garis gaya magnet tidak pernah berpotongan,
- tempat yang mempunyai garis gaya magnet rapat menunjukkan medan magnet yang kuat. Sebaliknya, tempat yang mempunyai garis gaya magnet renggang menunjukkan medan magnet yang lemah.

Sumber: Encarta 2005



Gambar 10.6
Serbuk besi yang membentuk medan magnet

Sumber: Encarta 2005



Gambar 10.7
Posisi kutub magnet bumi

B. Sifat Kemagnetan Bumi

Kamu pasti sudah mengetahui bahwa di planet bumi ini terdapat daerah yang disebut kutub selatan dan kutub utara. Menurutmu, adakah hubungan antara penamaan daerah ini dengan kutub-kutub magnet? Ya, tentunya ada karena Tuhan telah menjadikan bumi memiliki sifat magnetik. Bumi

dapat kita pandang sebagai magnet batang yang sangat besar sehingga memiliki kutub utara dan kutub selatan.

Sesuai namanya, kutub utara bumi yang selama ini kita kenal merupakan kutub utara dari magnet bumi. Begitupun dengan kutub selatan. Kutub selatan yang selama ini kita lihat di peta merupakan kutub selatan magnet bumi. Namun demikian, kutub magnet bumi tidak berimpit dengan kutub bumi secara geografis. Di antara keduanya terdapat sudut yang menyebabkan garis-garis gaya magnet bumi tidak tepat berada di kutub utara dan selatan bumi secara geografis, tetapi sedikit menyimpang. Garis gaya magnet bumi ini tidak selalu sejajar dengan permukaan bumi. Ketidaksejajaran ini membentuk sudut yang disebut sudut inklinasi. Dengan kata lain, sudut inklinasi dapat diartikan sebagai sudut yang dibentuk oleh medan magnet bumi dengan garis horizontal. Besarnya sudut inklinasi di setiap permukaan bumi memiliki besar yang berbeda-beda. Dan sudut inklinasi terbesar berada di daerah kutub utara dan kutub selatan bumi.

Pernahkah kamu memperhatikan arah jarum pada kompas (alat penunjuk arah)? Jika kita perhatikan dengan teliti, dapat kita lihat bahwa arah yang ditunjukkan jarum kompas bukanlah arah kutub utara dan selatan geografis bumi yang sebenarnya, melainkan arah utara dan selatan kutub-kutub magnet bumi. Jarum kompas itu akan membentuk sudut yang dinamakan sudut deklinasi, yaitu sudut antara jarum kompas dengan arah utara-selatan geografis bumi yang sebenarnya.

C. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik

Di sekitar kawat yang dialiri arus listrik terdapat medan magnet. Hal ini ditemukan oleh **Hans Cristian Oersted** berdasarkan hasil percobaannya.

1. Percobaan Oersted

Berdasarkan namanya, percobaan ini dilakukan oleh seorang fisikawan bernama **Hans Cristian Oersted** (1777-1851). Percobaan yang dilakukan pada 1819 ini berhasil menunjukkan bahwa terdapat medan magnet di sekitar kawat yang berarus listrik. Pada percobaannya, Oersted membuat kesimpulan sebagai berikut:

- a) Di sekitar kawat (penghantar) yang dialiri arus listrik terdapat atau timbul medan magnet.



Hans Cristian Oersted (1777 - 1851) adalah ahli fisika dan kimia dari Denmark. Ia dilahirkan di Rudköbing, dan menempuh pendidikan di University of Copenhagen. Ia ditetapkan sebagai profesor ilmu fisika di University of Copenhagen pada 1806. Kemudian, pada 1819 ia menemukan bahwa suatu jarum magnet dibelokkan dengan sudut 90° ke arah kawat yang membawa arus listrik. Ia menyimpulkan bahwa di sekitar kawat yang berarus listrik terdapat medan magnet. Hal ini menjadi dasar untuk mempelajari keelektromagnetan.

- b) Arah gaya magnet yang menyimpangkan jarum kompas bergantung pada arah arus listrik yang mengalir dalam penghantar.
- c) Besarnya medan magnet di sekitar kawat berarus listrik bergantung pada kuat arus listrik dan jaraknya terhadap kawat.

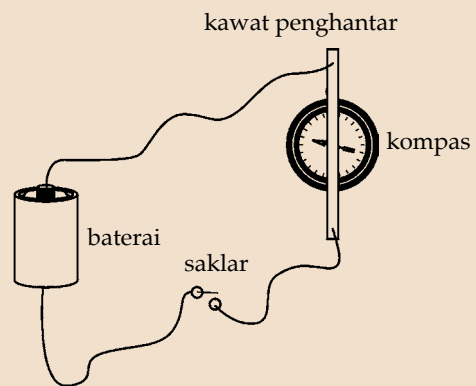
Untuk dapat lebih memahami percobaan Oersted, ikutilah kegiatan berikut ini.

Aktivitas Siswa

Tujuan : Mengamati keberadaan medan magnet di sekitar arus listrik.
Alat dan bahan : Sebuah batu baterai, kabel penghubung secukupnya, kawat penghantar yang panjang, dan sebuah kompas.

Langkah kerja:

1. Buatlah rangkaian alat dan bahan yang telah kamu sediakan seperti pada Gambar 10.8.
2. Dalam keadaan saklar yang masih terbuka, letakkan penghantar sedikit di atas jarum kompas dengan arah memanjang, sejajar dengan arah jarum kompas. Perhatikan kedudukan jarum kompas tersebut!
3. Alirkan arus pada penghantar dengan menutup saklar, lalu perhatikan apa yang terjadi pada jarum kompas.
4. Buka saklar, lalu balikkan arah arus dengan cara menukar kutub baterai.
5. Tutup kembali saklar agar mengalir pada arah yang diharapkan. Perhatikan apa yang terjadi pada jarum kompas.
6. Bandingkan hasil langkah 2, 3, dan 4, kemudian buatlah kesimpulan dari hasil kegiatan yang telah kamu ikuti.

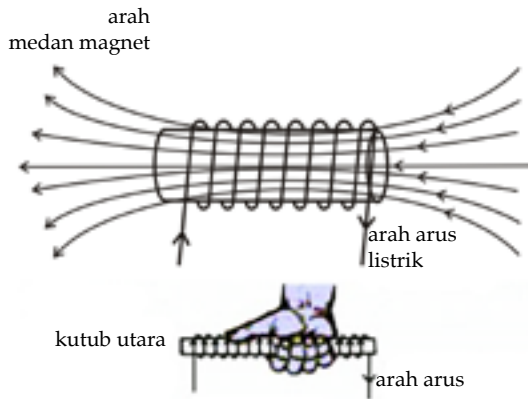


Gambar 10.8

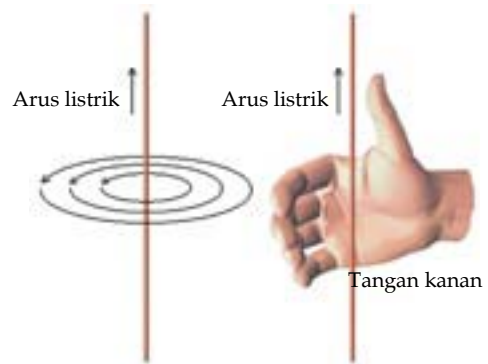
Untuk menunjukkan arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik, genggamlah kawat dengan tangan kananmu. Sesuai dengan kaidah tangan kanan, arah ibu jari menunjukkan arah arus, sedangkan arah keempat jari yang lain menunjukkan arah medan magnet.

Kaidah tangan kanan pun dapat digunakan untuk menentukan arah medan magnet pada kawat melingkar berarus listrik. Berbeda dengan kaidah tangan kanan yang berlaku pada kawat lurus, pada kawat melingkar yang

berarus ini ibu jari menunjukkan arah medan magnet sementara keempat jari yang lain menunjukkan arah arus listrik.



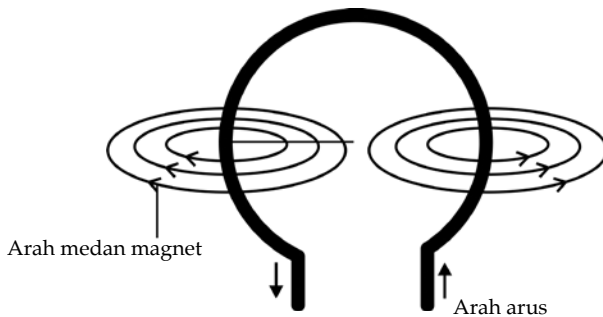
Gambar 10.9
Medan magnet sekitar kumparan



Gambar 10.10
Kaidah tangan kanan

Untuk membuat medan magnet yang lebih kuat di sekitar arus listrik, dapat dibuat lilitan kawat membentuk kumparan. Kumparan yang seperti ini disebut solenoida. Solenoida memiliki sifat yang sama dengan magnet batang, yaitu mempunyai kutub utara dan kutub selatan. Jika kita menggenggam solenoida dengan tangan kanan, maka ibu jari akan mengarah pada ujung yang merupakan kutub utara dan keempat jari lain menunjukkan arah arus listrik. Dengan demikian, kita telah menerapkan kaidah tangan kanan untuk menentukan arah arus dan medan magnet yang terjadi.

Sumber: image.google.co.id



Gambar 10.11 Medan magnet di sekitar kawat melingkar

2. Elektromagnet

Elektromagnet adalah kumparan berarus listrik yang disisipi inti besi sehingga menghasilkan sebuah medan magnet yang kuat. Untuk memperkuat medan magnet yang

dihasilkan oleh kumparan, dapat dilakukan beberapa cara berikut ini:

- Menyisipkan kumparan dengan inti besi yang lebih bersifat magnetik.
- Memperbanyak lilitan kumparan.
- Memperbesar arus listrik.

Prinsip elektromagnetik digunakan untuk menarik logam yang berat dan sebagai dasar kerja dari peralatan listrik, seperti bel listrik, relai, dan pesawat telepon.

3. Gaya yang Dialami Penghantar Berarus dalam Medan Magnet

Gaya yang muncul akibat adanya arus listrik pada penghantar di dalam medan magnet disebut gaya Lorentz atau gaya magnet. Untuk lebih memahami adanya gaya magnet ini, ikutilah kegiatan berikut ini.

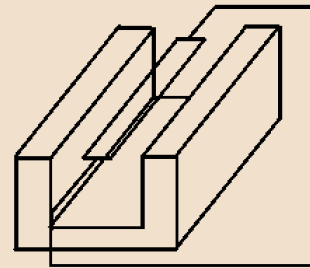
Aktivitas Siswa

Tujuan : Mengamati gaya magnet pada kawat berarus listrik.

Alat dan bahan : Pita/kertas aluminium (aluminium foil) satu lembar, magnet U yang kuat, saklar, dan batu baterai.

Langkah kerja:

- Buatlah rangkaian alat dan bahan yang telah kamu sediakan seperti pada Gambar 10.12.
- Rentangkan selembar aluminium foil di antara kutub utara dan kutub selatan magnet U.
- Hubungkan ujung-ujung lembaran aluminium foil ke baterai melalui saklar, lalu tutuplah saklar. Amati apa yang terjadi pada pita aluminium.
- Buatlah kesimpulan dari hasil kegiatan yang telah kamu ikuti.



Gambar 10.12

Pikirkanlah

Bagaimanakah prinsip gaya magnet yang bekerja pada kipas angin? Jelaskan!

Dengan menggunakan kaidah tangan kanan, kita dapat menentukan arah dari gaya magnet ini. Bila tangan kanan terbuka dengan ibu jari menunjukkan arah arus I dan keempat jari lain yang dirapatkan menunjukkan arah garis gaya B , arah gaya magnet F adalah ke atas, tegak lurus terhadap permukaan tangan kanan.

Besar gaya magnet ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

- 1) Besarnya kuat arus yang dialirkan pada kawat.
- 2) Kuatnya medan magnet di sekitar kawat.
- 3) Panjang kawat penghantar.
- 4) Arah garis gaya magnet terhadap arus.

Prinsip gaya magnet ini menjadi inspirasi dari pembuatan alat-alat listrik seperti motor listrik, alat ukur listrik, dan kipas angin. Pada pembelajaran kali ini akan dibahas hanya dua alat, yaitu motor listrik dan alat ukur listrik.

a. Motor Listrik

Motor listrik adalah bagian yang bergerak pada beberapa jenis alat listrik, seperti pada *hair dryer*, bor listrik, dan yang paling mudah dijumpai adalah *tape recorder*. Motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan adanya perputaran kumparan berarus listrik di sekitar medan magnet. Pada motor listrik, arah arus listrik selalu melalui medan magnet dalam arah yang sama sehingga kumparan dapat terus berputar. Untuk menghindari tersendatnya putaran kumparan, biasanya digunakan kumparan dengan jumlah lebih dari satu.



Sumber: Image bank

Gambar 10.13 Alat yang memiliki motor listrik

b. Alat Ukur Listrik

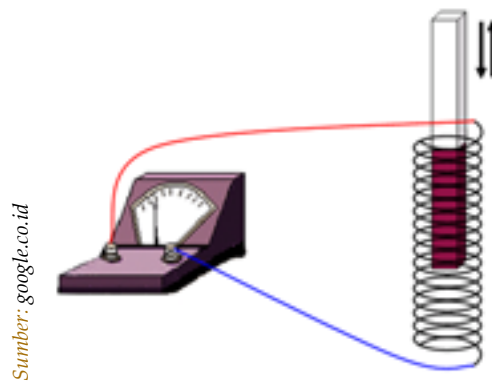
Selama mempelajari fisika, tentunya kamu tidak asing dengan istilah voltmeter, galvanometer, dan amperemeter. Alat ukur listrik inilah yang memanfaatkan prinsip kerja elektromagnet. Bagian utama dari alat-alat ini adalah inti besi lunak berbentuk silinder yang statik (tidak dapat berputar). Pada inti besi ini dililitkan kawat sehingga membentuk kumparan yang kemudian diletakkan di antara pasangan kutub sebuah magnet permanen. Besarnya arus/tegangan listrik yang mengalir melalui kumparan dinyatakan oleh sebuah jarum yang menunjukkan skala tertentu.

D. Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik adalah proses pembuatan arus listrik dengan cara mendekatkan sumber listrik pada sebuah magnet.

1. Proses Terjadinya Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik pertama kali diteliti oleh **Michael Faraday** (Inggris) dan **Joseph Henry** (Amerika). Dari percobaan yang dilakukan secara terpisah pada tahun 1831 oleh dua ilmuwan tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa arus listrik dapat dimunculkan dari sebuah magnet dengan cara menggerak-gerakkan sebuah kawat pada medan magnetnya atau dengan cara memasukkan dan mengeluarkan magnet ke dalam suatu kumparan kawat.



Gambar 10.14 Rangkaian percobaan Faraday

Dengan menggunakan alat seperti pada Gambar 10.14, Faraday mulai melakukan percobaannya untuk mengamati induksi elektromagnetik. Sebelum magnet digerakkan, ia tidak melihat adanya arus yang melalui amperemeter. Kemudian ia menggerakkan magnetnya dan jarum amperemeter pun mulai bergerak. Berdasarkan peristiwa ini ia menyimpulkan bahwa gerakan magnet yang dilakukan telah menghasilkan arus yang arahnya bergantung pada arah gerakan magnet.

Setelah itu, Faraday menukar benda yang digerakkan. Ia mencoba menggerakkan kawat melingkar dan memegang sebuah magnet di tengah-tengah lingkaran tersebut. Pada percobaan ini pun Faraday menemukan bahwa arus kembali diinduksi karena jarum amperemeter bergerak.

Untuk lebih memahami hasil penemuan ini, ikutilah kegiatan sederhana berikut.

Aktivitas Siswa

Tujuan : Membuat arus listrik di sekitar magnet.

Alat dan bahan : Kawat terisolasi, sebuah tabung dari kardus, sebuah gunting, sebuah mikro amperemeter, sebuah magnet batang.

Langkah kerja:

1. Buatlah dua buah kumparan, yaitu kumparan sebanyak 50 dan 25 lilitan dengan melilitkan kawat ke tabung kardus. Sisakan kawat sepanjang 15 cm di ujung-ujung kumparan.
2. Hubungkan ujung-ujung kawat dengan mikro amperemeter, lalu lihat skala yang ditunjukkan jarum pada mikro amperemeter.
3. Masukkan salah satu ujung magnet batang ke dalam kumparan. Lihat kembali skala yang ditunjukkan jarum mikro amperemeter.
4. Tarik keluar magnet dari kumparan dan lihat lagi skala pada mikro amperemeter.
5. Ulangi langkah 4 dan 5 dengan gerakan yang lebih cepat.
6. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut.

Gerakan ke-	Kumparan 1			Kumparan 2		
	Skala I (μA)	Skala II (μA)	Skala III (μA)	Skala I (μA)	Skala II (μA)	Skala III (μA)
1						
2						
3						

7. Buatlah kesimpulan dari hasil kegiatan yang telah kamu ikuti.

Ketika arus dihasilkan, maka saat itu akan terdapat beda potensial atau tegangan antara ujung-ujung kumparan yang diinduksi. Tegangan yang demikian disebut dengan tegangan induksi. Dalam percobaan Faraday, ia menemukan bahwa besarnya tegangan induksi ini bergantung pada tiga faktor lain, yaitu:

- a) Jumlah lilitan kumparan. Makin banyak lilitan kumparan, makin besar tegangan induksi yang dihasilkan.
- b) Kecepatan gerakan magnet. Makin cepat gerakan magnet, makin besar pula tegangan induksi yang dihasilkan.
- c) Jumlah garis gaya magnet. Makin banyak garis gaya magnet, makin besar tegangan induksi yang dihasilkan.

Jika magnet pada kumparan tersebut terus digerakkan, maka arus yang melewati kumparan akan berubah-ubah arah sesuai dengan gerakan magnetnya. Arus yang demikian disebut dengan arus bolak-balik (AC = *alternating current*). Beberapa alat yang menggunakan prinsip kerja hasil percobaan Faraday, di antaranya adalah generator dan transformator.

2. Generator

Tentunya kita tidak asing lagi dengan istilah generator. Generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Untuk mengenal bentuk nyata dari generator, akan lebih mudah jika kita mengunjungi wilayah pembangkit listrik karena di sana generator banyak digunakan.

Terdapat dua jenis generator, yaitu generator arus bolak-balik dan generator arus searah. Pada generator arus bolak-balik, kumparan yang diletakkan pada batang diputar dalam medan magnet yang diam sehingga menghasilkan tegangan induksi. Melalui sikat-sikat karbon yang dihubungkan dengan cincin-cincin generator, tegangan yang dihasilkan dapat menyalakan sebuah lampu. Generator ini dinamakan generator arus bolak-balik karena arah arus induksi berlawanan dengan arah putaran kumparan. Bagian generator yang berputar disebut rotor, sedangkan bagian yang diam disebut stator. Pada dasarnya, prinsip kerja generator arus bolak-balik dan generator arus searah adalah sama. Hanya saja pada generator arus searah, cincin yang digunakan adalah cincin belah. Cincin ini bekerja sebagai komutator yang mengubah arus listrik yang dikeluarkan generator. Dengan demikian, arus listrik yang awalnya merupakan arus bolak-balik pada kumparan, dalam rangkaian di luar kumparan menjadi arus searah. Dapat dilakukan beberapa cara untuk memperbesar tegangan dan arus induksi, yaitu:

- 1) Mempercepat putaran rotor.
- 2) Memperbanyak lilitan pada kumparan.
- 3) Menggunakan magnet yang lebih kuat.
- 4) Memasukkan inti besi lunak ke dalam kumparan.

Dalam kehidupan sehari-hari, generator arus bolak-balik ini dapat kita temukan pada sepeda yang berlampu. Untuk menyalakan lampu tersebut, generator dipasang pada roda. Kayuhan yang dilakukan telah mengubah energi dalam tubuhmu menjadi energi mekanis pada gerak roda. Gerak roda ini kemudian menghasilkan tegangan listrik

Pikirkanlah

Mengapa pada generator arus bolak-balik, arah arus induksi yang dihasilkan berlawanan dengan arah putaran kumparan? Jelaskan!

yang dapat menyalakan lampu. Sedangkan, generator arus searah dapat kita jumpai pada alat-alat pemanas.

Listrik yang kita gunakan sehari-hari berasal dari PLN merupakan listrik yang berasal dari generator arus bolak-balik. Generator ini menghasilkan arus yang sangat besar sehingga susunannya lebih rumit daripada generator serupa yang digunakan untuk menyalakan lampu sepeda. Pada generator ini, energi mekanis diperoleh dari gerakan benda yang disebut turbin. Turbin adalah roda besar yang diputar oleh dorongan air, angin, atau uap, bahkan nuklir. Secara umum, cara menghasilkan arus induksi pada generator ini hampir sama dengan generator sederhana. Hanya saja, arus induksi yang dihasilkan akan diproses terlebih dahulu sebelum akhirnya sampai ke rumah-rumah untuk digunakan. Salah satu alat yang digunakan pada proses ini adalah transformator.

3. Transformator

Transformator adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik. Alat ini terdiri dari dua buah kumparan. Arus pada salah satu kumparan akan menghasilkan medan magnet yang akan menginduksi arus pada kumparan lain. Kumparan yang pertama disebut kumparan primer, sementara kumparan yang kedua, yaitu kumparan yang menghasilkan arus induksi disebut kumparan sekunder.

Jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder suatu transformator dapat berbeda atau sama. Perbandingan antara kumparan sekunder dengan kumparan primer disebut dengan perbandingan transformator, dinotasikan:

$$\frac{N_s}{N_p}$$

dengan: N_p = jumlah lilitan pada kumparan primer
 N_s = jumlah lilitan pada kumparan sekunder

Pada awal pembahasan subbab induksi elektromagnetik telah disebutkan bahwa besar tegangan induksi sebanding dengan jumlah lilitan sehingga berlaku persamaan:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$



Jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder dari suatu transformator dapat berbeda atau sama, tergantung kepada jenis transformatornya.

dengan: V_p = tegangan kumparan primer (tegangan primer)
 V_s = tegangan kumparan sekunder (tegangan sekunder)

Berdasarkan Hukum Ohm yang menyebutkan bahwa tegangan berbanding terbalik dengan arusnya, maka perbandingan arus dapat dihitung dengan persamaan:

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

dengan: I_p = kuat arus primer
 I_s = kuat arus sekunder

Dari ketiga perbandingan di atas, dapat diperoleh satu persamaan, yaitu:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

a. Jenis-Jenis Transformator

Berdasarkan fungsinya, transformator dikelompokkan menjadi dua, yaitu transformator *step-up* dan transformator *step-down*.

1) Transformator *step-up*

Transformator *step-up* adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan induksi. Pada transformator ini, jumlah lilitan pada kumparan primer lebih sedikit daripada jumlah lilitan kumparan sekunder (ingat bahwa tegangan induksi sebanding dengan jumlah lilitan) sehingga arus induksi yang dihasilkan pada kumparan sekunder akan lebih besar daripada arus pada kumparan primer. Dengan demikian, tegangan induksi pun akan naik. Transformator ini digunakan pada televisi untuk menaikkan tegangan 220 V menjadi 20.000 V.

2) Transformator *step-down*

Transformator *step-down* adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan induksi. Sesuai tujuannya, jumlah lilitan kumparan sekunder pada transformator ini dibuat lebih sedikit daripada jumlah lilitan pada kumparan primer. Transformator ini banyak digunakan pada radio, tape recorder, dan komputer.

Info



Berdasarkan fungsinya, transformator dikelompokkan menjadi dua, yaitu transformator *step-up* dan transformator *step-down*.

Secara bersamaan, kedua transformator ini digunakan pada penyaluran listrik dari pembangkit listrik menuju pelanggan. Pembangkit listrik yang biasanya terletak cukup jauh dari tempat pelanggan, dapat kehilangan energi yang cukup banyak pada proses penyalurannya. Faktor utama penyebabnya adalah tegangan dan arus yang dihasilkan generator relatif kecil. Untuk itu, dalam jarak yang cukup dekat dari sumber pembangkit listrik, digunakan transformator *step-up* sehingga tegangan akan membesar dan energi yang hilang selama penyaluran listrik akan lebih kecil. Sebelum sampai ke pelanggan, tegangan tinggi yang berbahaya ini kemudian diturunkan lagi menggunakan transformator *step-down* yang biasa tersimpan pada tiang listrik di dekat rumah pelanggan. Selain dapat meminimalisir kehilangan energi, pemanfaatan transformator ini pun berfungsi untuk menjaga keamanan dan keselamatan pelanggan dari bahaya tegangan tinggi.

b. Efisiensi Transformator

Ketika kita menggunakan transformator, kita akan merasakan panas di sekitar transformator tersebut. Panas yang timbul pada transformator ini merupakan energi yang dihasilkan oleh inti besi dan kumparan yang telah mengubah sebagian energi listrik yang dihasilkan menjadi energi panas. Akibatnya, jumlah energi listrik yang dihasilkan kumparan primer ketika dipindahkan ke kumparan sekunder akan berkurang. Kondisi ini merugikan karena telah mengurangi hasil kerja transformator tersebut. Kerugian ini dapat dihitung dari selisih daya pada kumparan primer dengan kumparan sekunder. Persentase dari perbandingan daya pada kumparan sekunder dan kumparan primer disebut sebagai efisiensi transformator (η), dirumuskan:

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

dengan: η = efisiensi transformator
 P_s = daya kumparan sekunder
 P_p = daya kumparan primer

Contoh:

Ketika digunakan, suatu transformator ternyata mengalami kerugian sebesar 2,5 watt. Jika daya pada kumparan primer transformator tersebut adalah 50 watt, hitunglah:

- daya pada kumparan sekunder
- efisiensi transformator

Penyelesaian:

Diketahui : $P_p = 50$ watt; kerugian = 2,5 watt.

Ditanya : P_s dan η

Jawab:

- Daya pada kumparan sekunder adalah:

$$\text{Kerugian transformator} = P_p - P_s$$

$$\Rightarrow 2,5 \text{ watt} = 50 \text{ watt} - P_s \Rightarrow P_s = (50 - 2,5) \text{ watt} = 47,5 \text{ watt}.$$

Jadi, daya sekunder transformator tersebut adalah 47,5 watt.

- Efisiensi transformator tersebut adalah:

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% = \frac{47,5 \text{ watt}}{50 \text{ watt}} \times 100\% = 95\%$$

Jadi, efisiensi dari transformator tersebut adalah 95%.

Menguji Diri



Daya yang termuat pada kumparan primer suatu transformator adalah 15 watt. Jika efisiensi transformator tersebut adalah 85%, tentukanlah kerugian daya yang dialami transformator tersebut!



Kilasan Materi

- Magnet adalah batu bermuatan yang memiliki sifat dapat menarik benda yang mengandung partikel besi.
- Kutub magnet yang sejenis bila didekatkan akan tolak-menolak, sedangkan kutub magnet yang berlawanan jenis bila didekatkan akan tarik-menarik.
- Bahan magnetik dapat ditarik oleh magnet, sedangkan bahan nonmagnetik tidak dapat ditarik oleh magnet.
- Cara untuk membuat bahan magnet menjadi magnet, yaitu menggosok, induksi, dan arus listrik.
- Medan magnet adalah daerah sekitar magnet yang pada daerah itu magnet lain masih dipengaruhi oleh gaya magnetik jika diletakkan di atasnya.
- Di sekitar kawat yang berarus listrik terdapat medan magnet.
- Elektromagnet adalah kumparan berarus listrik yang disisipi inti besi sehingga menghasilkan sebuah medan magnet yang kuat.
- Gaya Lorentz atau gaya magnet adalah gaya yang muncul akibat adanya arus listrik pada penghantar di dalam medan magnet.
- Prinsip gaya magnet diterapkan dalam pembuatan alat-alat listrik, seperti motor listrik, alat ukur listrik, dan kipas angin.
- Induksi elektromagnetik adalah proses pembuatan arus listrik dengan cara mendekatkan sumber listrik pada sebuah magnet.
- Transformator adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik.
- Pada suatu transformator berlaku:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

- Transformator *step-up* adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan induksi.
- Transformator *step-down* adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan induksi.
- Efisiensi transformator (η) dirumuskan dengan:

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

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang kemagnetan, coba kamu jelaskan kembali konsep kemagnetan! Karya apa yang dapat kamu buat sebagai penerapan konsep kemagnetan?



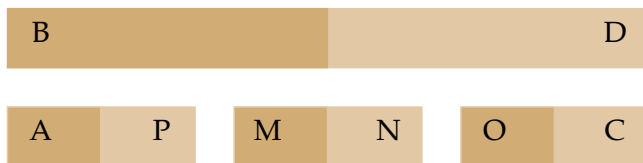
Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Sifat magnet adalah menarik benda yang mengandung
 - a. plastik
 - b. partikel besi
 - c. partikel baja
 - d. kayu
2. Arah yang ditunjukkan oleh bagian memanjang magnet jika digantungkan dan didiamkan adalah
 - a. utara - selatan
 - b. barat - timur
 - c. timur laut - barat daya
 - d. tenggara - timur laut
3. Logam yang tergolong bahan diamagnetik adalah
 - a. timah dan besi
 - b. emas dan timah
 - c. emas dan timah hitam
 - d. aluminium dan timah
4. Kegiatan yang dilakukan pada bahan yang mengandung besi yang tidak dapat menghasilkan magnet adalah
 - a. menggosok satu arah
 - b. menginduksi dengan magnet kuat
 - c. mengalirkan arus listrik
 - d. mengelektrolisis
5. Daerah sekitar magnet yang pada daerah itu magnet lain masih dipengaruhi oleh gaya magnetik adalah
 - a. medan magnet
 - b. kutub magnet
 - c. sumbu magnet
 - d. garis gaya magnet
6. Cara yang dapat memperbesar medan magnet pada kumparan berarus adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - a. menyisipkan inti besi yang lebih bersifat magnetik pada kumparan
 - b. memperbanyak lilitan kumparan
 - c. memperbesar arus listrik
 - d. mengurangi kekuatan magnet
7. Sudut yang dibentuk oleh medan magnet bumi dengan garis horizontal adalah
 - a. sudut inklinasi
 - b. sudut deviasi
 - c. sudut inviasi
 - d. sudut deklinasi
8. Alat yang menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik adalah
 - a. motor listrik
 - b. generator
 - c. voltmeter
 - d. amperemeter
9. Tegangan induksi hasil induksi elektromagnetik dipengaruhi oleh hal berikut, *kecuali*
 - a. jumlah lilitan
 - b. jumlah garis gaya magnet
 - c. kecepatan gerakan magnet
 - d. kuat medan magnet
10. Perbandingan lilitan transformator *step-up* adalah 2 : 7. Jika pada kumparan sekundernya terdapat 14 lilitan, maka jumlah lilitan pada kumparan primernya
 - a. 4 lilitan
 - b. 14 lilitan
 - c. 28 lilitan
 - d. 49 lilitan

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Berikut adalah sebuah magnet yang dipotong-potong.



Jika N selatan, tentukanlah jenis kutub dari huruf yang lain!

2. Jelaskanlah apa yang dimaksud dengan:
- bahan paramagnetik
 - bahan diamagnetik
 - bahan feromagnetik
 - garis gaya magnet
 - gaya Lorenz
 - kaidah tangan kanan
3. Tuliskan fungsi dan prinsip kerja dari:
- generator
 - transformator *step-up*
 - transformator *step-down*
4. Sebuah transformator dapat mengubah tegangan 2000 V menjadi 2500 V. Jika kumparan primernya memiliki 400 lilitan dan dialiri arus sebesar 50 A, tentukanlah:
- Jumlah lilitan kumparan sekunder
 - Kuat arus yang mengalir pada kumparan sekunder
 - Jenis transformator
 - Perbandingan lilitan transformator tersebut
5. Jika kerugian yang harus diterima dari kerja sebuah transformator adalah 15 watt, sedangkan efisiensi transformator tersebut adalah 75 %, hitunglah daya pada kumparan primer dan sekunder transformator tersebut!



- Jika kamu mendekatkan dua kutub magnet yang sejenis, maka akan terjadi tolak-menolak di antara kedua kutub magnet tersebut. Mengapa demikian? Kemukakan pendapatmu!
- Efisiensi transformator adalah persentase perbandingan daya pada kumparan sekunder dan kumparan primer. Menurutmu, adakah transformator yang memiliki efisiensi 100%? Jelaskan!
- Sebutkan dan jelaskan contoh pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi yang ada di sekitar tempat tinggalmu! Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab 11 Tata Surya



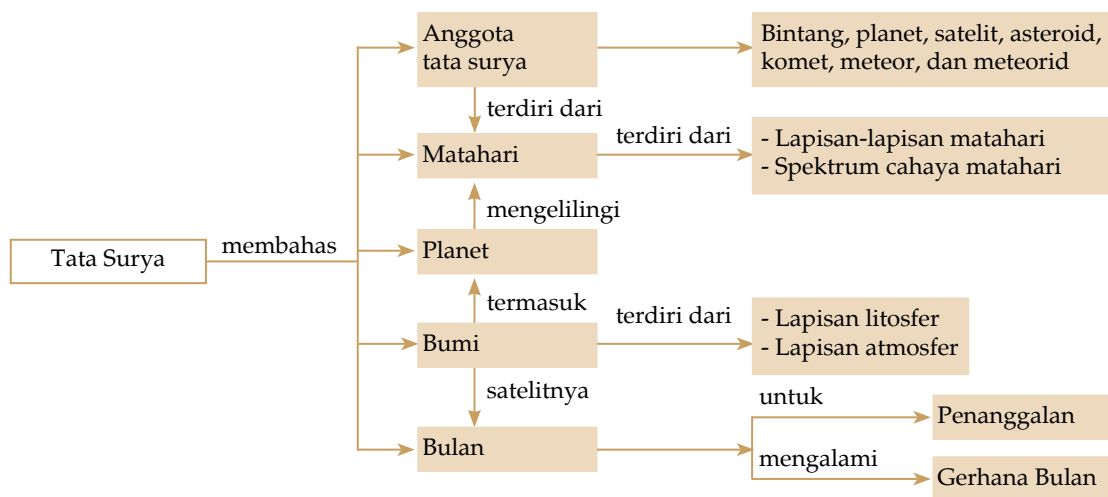
Sumber: image.google.co.id

Gambar 11.1
Bintang di langit

Coba kamu perhatikan langit di malam hari yang cerah! Indah, bukan? Kamu akan melihat bintang berkelip. Bintang merupakan anggota tata surya. Apa yang dimaksud dengan tata surya? Apa saja yang termasuk anggota tata surya? Apakah bumi merupakan anggota tata surya? Peristiwa apa saja yang terjadi di lapisan bumi? Ayo cermati uraian pada bab ini agar kamu dapat menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian tata surya dan susunannya, mendeskripsikan planet-planet anggota tata surya, mendeskripsikan gerak edar bumi, bulan, dan satelit buatan beserta pengaruh interaksinya, serta mendeskripsikan peristiwa-peristiwa yang terjadi di lapisan litosfer dan atmosfer.

Peta Konsep



Saat kita menengadahkan pandangan, kita melihat bentangan warna biru yang tak jarang dihiasi gumpalan-gumpalan berwarna putih. Waktu yang bergulir pun menggeser keindahan biru pada tenangnya lembayung di sore hari. Waktu tak berhenti hingga warnanya menjadi menghitam. Namun, keindahannya tak jua pudar. Saat warnanya hitam, muncul kelap-kelip dan bulatan kecil yang seolah menerangi. Ya, itulah bentangan langit yang tak akan kita temukan ujungnya, ditemani matahari di siang hari, dan bertaburkan bintang serta sebuah bulan di malam hari. Begitulah warna itu silih berganti menghiasi hari.

Seiring dengan perkembangan kemampuan manusia, serangkaian penelitian terus dikembangkan untuk mengetahui apa saja yang ada di luar bumi dan bagaimana pengaturan yang ada di dalamnya. Dengan akal dan pikiran yang cerdas, manusia menemukan bahwa selain matahari, bulan, dan bintang, terdapat benda-benda lain seperti komet, meteor, asteroid, serta planet selain bumi yang teratur dan tersusun dengan baik.

Susunan benda-benda langit yang terdiri dari matahari, planet-planet yang berputar mengelilingi matahari, komet, dan asteroid, serta benda-benda langit lainnya disebut tata surya.

A. Anggota Tata Surya

Benda-benda langit yang merupakan anggota tata surya adalah bintang, planet, satelit, komet, asteroid, meteor, dan meteroid. Berikut ini akan kita bahas satu per satu.

1. Bintang

Bintang adalah satu-satunya anggota tata surya yang memiliki keistimewaan mampu memancarkan cahaya sendiri. Dalam tata surya ini, bintang memiliki jumlah yang tak terhingga banyaknya. Bintang yang paling dapat kita rasakan keberadaannya adalah matahari.

Matahari memancarkan cahaya dan panas yang sangat berguna bagi kehidupan manusia di bumi. Matahari merupakan bintang dan anggota tata surya yang memiliki massa paling besar. Karena massanya ini, tarikan gravitasi matahari mampu mengatur peredaran anggota tata surya yang lain dan menjadikan matahari sebagai pusat dari tata surya. Peredaran benda langit mengitari matahari berlangsung dalam garis edar yang berbentuk elips.



Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri dari matahari, planet-planet yang berputar mengelilingi matahari, komet, dan asteroid, serta benda-benda langit lainnya.



Sumber: image.google.co.id

Gambar 11.2
Bintang

2. Planet

Planet merupakan anggota tata surya yang tidak memancarkan cahaya sendiri, tetapi hanya memantulkan cahaya matahari. Pada 2006, *International Astronomical Audit* (IAU) memperjelas definisi tentang planet, yaitu: “benda langit yang memiliki orbit mengelilingi matahari, memiliki massa dan gravitasi yang cukup sehingga dapat membentuk struktur bulat, dan memiliki jalur orbit yang bersih (tidak ada benda langit lain dalam orbitnya).” Berdasarkan definisi ini, pluto sudah tidak termasuk planet lagi karena orbitnya tidak bersih.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.3 Susunan planet dalam tata surya

Nama-nama planet yang diurutkan berdasarkan jaraknya dari matahari mulai dari yang terdekat sampai yang terjauh adalah: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Karena lintasan edarnya yang elips, kedudukan planet dan matahari pada suatu saat dapat berada pada jarak terdekat (perihelium) dan pada saat lain dapat berada pada jarak yang paling jauh (aphelium). Para ahli astronomi telah mengelompokkan delapan planet ini berdasarkan hal-hal yang dianggap istimewa, yaitu:

- a) Berdasarkan letaknya yang dilihat dari orbit bumi, planet dapat dibedakan menjadi planet inferior dan planet superior. Planet inferior adalah planet-planet yang terletak dalam orbit bumi, yaitu Merkurius dan Venus. Sedangkan, planet superior adalah planet-planet yang letaknya berada di luar orbit bumi. Planet-planet ini adalah Mars, Jupiter, dan Saturnus.
- b) Berdasarkan ukuran dan komposisi bahan penyusunnya, planet dibagi menjadi dua, yaitu planet terestial dan planet jovian. Planet yang ukurannya relatif kecil, berbatu, dan permukaannya diselubungi sedikit atmosfer dikelompokkan sebagai planet terestial. Tergabung

dalam kelompok ini adalah Bumi, Merkurius, Venus, dan Mars. Empat planet lain, yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus tergabung dalam planet jovian karena sebagian besar diselimuti oleh gas, cairan, bahkan es tebal, dan ukurannya pun relatif besar.

- c) Berdasarkan orbit asteroid, planet dapat dikelompokkan menjadi planet dalam dan planet luar. Planet dalam di antaranya Merkurius, Venus, Bumi dan Mars. Sedangkan Jupiter, Saturnus, Neptunus, dan Uranus termasuk dalam planet luar.

3. Satelit

Satelit adalah benda langit anggota tata surya yang selalu mengiringi planet sehingga disebut sebagai pengiring planet. Karenanya, satelit akan berevolusi bersama planetnya mengelilingi matahari. Selain gerakan ini, satelit pun akan berotasi dan berevolusi mengelilingi planet yang diiringinya.

Berdasarkan keberadaannya, satelit terbagi menjadi dua jenis, yaitu satelit alami dan satelit buatan. Satelit alami adalah satelit yang telah ada dan merupakan ciptaan Tuhan sehingga dapat bergerak dengan sendirinya tanpa campur tangan manusia, contohnya bulan yang selalu kita lihat di malam hari. Sementara, satelit buatan adalah benda langit yang mengelilingi planet dan merupakan buatan manusia sehingga segala pergerakannya harus diatur oleh manusia. Tujuan dibuatnya satelit ini adalah untuk penelitian planet. Salah satu satelit buatan adalah satelit palapa yang merupakan satelit komunikasi domestik Indonesia. Selain itu, beberapa jenis satelit berdasarkan tujuannya adalah sebagai berikut:

- Satelit komunikasi, berfungsi sebagai relai stasiun pemancar yang berada di angkasa. Contohnya adalah Echostar 3 yang beroperasi di sekitar Amerika dan satelit Palapa yang ada di Indonesia.
- Satelit cuaca, berfungsi untuk memonitor cuaca di permukaan bumi. Contoh satelit cuaca adalah TIROS yang dioperasikan oleh NOAA.
- Satelit Pencitraan Sumber Daya Alam yang berfungsi untuk memetakan permukaan bumi. Contohnya adalah LANDSAT dan Vanguard milik Amerika.
- Satelit penentu posisi (*Global positioning System*, GPS). Satelit ini berfungsi untuk menentukan posisi garis bujur, garis lintang, dan ketinggian suatu tempat di permukaan bumi secara akurat.



Satelit adalah benda langit anggota tata surya yang selalu mengiringi planet sehingga disebut sebagai pengiring planet.



Gambar 11.4
Peluncuran satelit GPS

Sumber: Encarta 2005

- e) Satelit penelitian yang diluncurkan pada orbit yang sesuai dengan objek penelitiannya. Contohnya adalah satelit SOHO yang diluncurkan untuk meneliti matahari.

4. Asteroid

Pada pembahasan planet, tentu kamu mengenal istilah asteroid. Asteroid adalah benda angkasa yang berupa pecahan kecil dan terletak pada garis edar yang berada di antara planet Mars dan Jupiter. Asteroid terbesar berdiameter 770 km. Asteroid terbentuk bersamaan dengan pembentukan planet berdasarkan susunannya. Asteroid diduga berasal dari pecahan planet yang hancur. Asteroid yang pertama kali diteliti diberi nama ceres. Penelitian ini dilakukan pada 1801 oleh seorang astronom Italia bernama *Guiseppa Piazzi*.



Gambar 11.5 Asteroid

5. Komet

Komet adalah benda langit berukuran kecil yang tersusun atas sejumlah partikel-partikel kecil bebatuan, kristal, es, dan gas. Karena sering terlihat dalam bentuk yang berupa cahaya memanjang menyerupai ekor, komet sering disebut juga bintang berekor. Komet terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian inti, koma, dan ekor. Inti komet tersusun atas partikel padat, yaitu es dan gas yang membeku dengan diameter sekitar 10 km, jauh lebih kecil daripada bagian komanya yang diameternya dapat mencapai 100.000 km. Ekor komet merupakan bagian terbesar yang tersusun atas gas hasil penguapan kristal es yang ada pada bagian inti. Panjangnya bisa mencapai 100 juta km. Ekor komet selalu bergerak menjauhi matahari karena susunan partikel gasnya renggang sehingga terdorong oleh radiasi matahari. Komet yang paling sering mendekati matahari adalah komet Enche.

Hal ini terjadi karena lintasan dari komet ini merupakan lintasan terpendek daripada lintasan komet lainnya, yaitu hanya 3,3 km. Komet memiliki periode kemunculan yang beragam. Komet yang paling terkenal adalah komet yang memiliki periode kemunculan 76 tahun sekali, yaitu komet Halley. Komet ini terakhir nampak pada tahun 1986. Komet yang paling lama periode kemunculannya adalah komet Kohontek. Komet ini beredar di luar planet Pluto dengan periode kemunculan setiap 75.000 tahun sekali. Komet ini terakhir melintasi bumi pada tahun 1974.



Sumber: Image bank

Gambar 11.6
Komet Halley

6. Meteor dan Meteorid

Meteor adalah benda angkasa yang bergerak cepat dengan lintasan yang tak beraturan. Jika kamu pernah mendengar istilah bintang jatuh, itulah meteor yang dapat terlihat oleh manusia. Peristiwa sebenarnya yang terjadi saat manusia melihat bintang jatuh adalah gesekan meteor dengan atmosfer bumi. Karena gesekan ini, suhu meteor naik dan terbakar hingga akhirnya menguap. Saat meteor terbakar dan mengeluarkan pijar, itulah yang dapat terlihat manusia secara langsung. Pemandangan itu kemudian hilang seiring menguapnya meteor. Pada umumnya, meteor yang memasuki atmosfer bumi akan terbakar dan menguap. Namun, ada beberapa meteor yang berhasil memasuki atmosfer dan sampai ke permukaan bumi sebelum habis terbakar. Benda inilah yang disebut meteorid.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.7
Meteorid dari Mars

B. Matahari sebagai Pusat Tata Surya

Kamu telah mengetahui bahwa matahari adalah bintang yang memiliki massa sangat besar. Karena gravitasinya, matahari menjadi pusat tata surya. Meski bukan bintang terbesar, tapi matahari menjadi bintang paling besar bagi manusia di bumi karena jaraknya paling dekat dengan bumi. Jarak matahari dari bumi adalah 149.000.000 km sehingga sering dibulatkan menjadi 150 juta km. Jarak inilah yang disebut dengan satu satuan astronom. Diameter matahari diperkirakan mencapai 1.390.000 km. Matahari tersusun atas 71% hidrogen, 27% helium, dan sisanya unsur-unsur berat. Susunan matahari yang lebih lengkap dapat kamu lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 11.1 Susunan Matahari

Nama Unsur	Nama Bahan	Massa dalam Matahari (%)
Hidrogen	H	76,94
Helium	He	21,80
Oksigen	O	0,80
Karbon	C	0,40
Neon	Ne	2,00
Besi	Fe	0,10
Nitrogen	N	0,10
Silikon	Si	0,10
Magnesium	Mg	0,08
Sulfur	S	0,05
Nikel	Ni	0,01

1. Lapisan-Lapisan Matahari

Matahari tersusun oleh lapisan-lapisan yang memiliki karakter berbeda-beda. Lapisan tersebut terdiri atas lapisan atmosfer, fotosfer, dan inti matahari.

a. Atmosfer Matahari

Atmosfer matahari sebagai bagian terluar memiliki kerapatan (densitas) gas yang paling rendah. Pada daerah yang dekat dengan permukaan matahari, suhunya sangat rendah dibandingkan bagian luar yang bisa mencapai jutaan derajat Celsius. Hal ini menjadi hal yang aneh bagi akal manusia yang sampai sekarang penyebabnya masih misteri dan hanya bisa diyakini dengan keimanan. Atmosfer matahari terdiri atas dua bagian, yaitu bagian kromosfer dan korona.

- 1) Kromosfer adalah bagian yang dekat dengan permukaan matahari dan memiliki densitas yang rendah. Kromosfer dapat terlihat saat gerhana matahari, yaitu berupa cincin atau lapisan berwarna merah menutupi bulatan matahari. Berdasarkan warna ini, diperkirakan bahwa suhu kromosfer mencapai 4.500°C .
- 2) Korona adalah bagian terluar matahari, berarti mahkota. Sebagai bagian paling luar dari matahari, suhu korona diperkirakan mencapai 1.000.000 derajat celsius. Dari lapisan kromosfer, tinggi korona adalah 2.000 km. Bagian ini dapat kita lihat berupa lapisan yang mengelilingi

Pikirkanlah

Mengapa suhu pada daerah yang dekat dengan permukaan matahari lebih rendah dibandingkan bagian luar yang bisa mencapai jutaan derajat celsius?
Berikan pendapatmu!

matahari dan berbentuk mahkota. Fenomena ini akan lebih nampak ketika gerhana matahari terjadi.

b. Fotosfer Matahari

Fotosfer atau permukaan matahari merupakan gas yang memiliki kerapatan yang sangat tinggi. Lapisan ini merupakan lapisan yang tidak tembus pandang karena lapisan gasnya sangat tebal dan pekat. Fotosfer berfungsi sebagai selimut agar matahari tidak terlalu banyak kehilangan energi. Suhu di fotosfer diperkirakan mencapai 6.000°C .

c. Inti Matahari

Inti matahari disusun oleh gas yang sangat padat dengan kerapatan kira-kira 100 kali lebih padat dibandingkan kerapatan air. Akibatnya, gravitasi yang terjadi di inti matahari sangat besar. Namun demikian, Tuhan telah mengimbangi kondisi ini dengan membuat suhu di inti matahari sangat tinggi, yaitu mencapai $15.000.000\text{ K}$. Pada bagian ini, terjadi reaksi berupa reaksi fusi (penggabungan) inti hidrogen menjadi inti helium. Menurut **Albert Einstein**, besarnya energi matahari yang berasal dari reaksi fusi ini dapat dihitung dengan rumus:

$$E = m c^2$$

dengan: E = energi yang terbentuk (J)
 m = massa yang hilang dan berubah menjadi energi (kg)
 c = kecepatan cahaya (m/s)

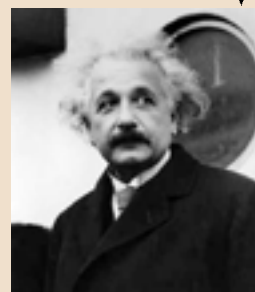
Energi yang dihasilkan setiap pengurangan massa 1 gram pada reaksi inti ini adalah 90 triliun Joule.

2. Spektrum Cahaya Matahari

Spektrum matahari adalah gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Spektrum ini terdiri dari sinar gamma, sinar-X, sinar ultraviolet, sinar nampak (ungu, biru, hijau, kuning, jingga, dan merah), sinar infra merah, gelombang televisi, dan gelombang radio.

3. Manfaat Energi Matahari bagi Kehidupan di Bumi

Energi yang dapat diterima di bumi hanyalah sebagian kecil dari jumlah energi yang dipancarkan matahari.



Albert Einstein

(1879 - 1955) adalah ahli fisika Amerika yang berkebangsaan Jerman. Ia terkenal sebagai pencetus teori relativitas. Einstein dilahirkan di Ulm pada 14 Maret 1879 dan menghabiskan masa mudanya di Munich. Di sana, keluarganya memiliki toko kecil yang menghasilkan mesin listrik. Ia tidak dapat berbicara sampai berumur 3 tahun, tetapi pada masa mudanya ia menunjukkan suatu kebrilianan tentang gejala alam dan kemampuan untuk memahami konsep matematika yang sulit. Pada umur 12 tahun, ia telah belajar geometri Euclid secara otodidak.

Secara umum, energi matahari bermanfaat untuk menjaga kehangatan suhu bumi sehingga dapat tetap ditinggali manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pada siang hari, seringkali kita merasakan suhu yang sangat panas menyengat. Panas ini berasal dari energi matahari. Menurut para ahli, pancaran panas matahari mencapai $1.370 \text{ Joule/m}^2\text{s}$. Angka ini kemudian disebut konstanta matahari. Suhu paling panas yang kita rasakan di siang hari hanyalah 70% dari panas energi matahari yang sesungguhnya dipancarkan ke bumi. Hal ini dikarenakan sebagian energi matahari diserap atau dipantulkan kembali oleh atmosfer bumi.

Energi yang dipancarkan matahari ke bumi berupa kalor (panas) dan cahaya. Jika energi ini berada dalam keseimbangannya, maka semua energi yang dipancarkan matahari ke bumi akan sangat bermanfaat tanpa menimbulkan kerugian sedikit pun.

Kita ingat bahwa seluruh proses kehidupan makhluk hidup di bumi ini sangat bergantung pada energi matahari. Energi yang berasal dari sinar infra merah matahari bermanfaat untuk menjaga siklus air di permukaan bumi sehingga manusia dan makhluk hidup lainnya dapat memenuhi kebutuhan air, terutama bagi tubuhnya.

Selain itu, energi matahari pun bermanfaat untuk membunuh kuman, khususnya kuman penyakit kulit sehingga kulit manusia dan hewan pun dapat sehat. Spektrum cahaya matahari yang memancarkan energi dengan kemampuan membunuh kuman penyakit kulit adalah sinar ultraviolet.

Dari cahaya yang dipancarkan sinar matahari, kamu dapat mengetahui waktu-waktu, seperti pagi, siang, dan sore dari bayang-bayang dirimu. Manfaat lain dari energi matahari berupa sinar ultraviolet adalah untuk fotosintesis pada tumbuhan dan sebagai provitamin D yang bermanfaat untuk pembentukan tulang manusia dan hewan. Sinar ultraviolet sebagai spektrum cahaya matahari ini memiliki kelebihan, yaitu sama sekali tidak akan menimbulkan dampak negatif.

C. Planet-Planet Anggota Tata Surya

Berikut ini adalah delapan planet yang merupakan anggota tata surya.

1. Merkurius

Planet ini bergerak paling cepat dari planet-planet lain dan jaraknya paling dekat dari matahari. Merkurius memiliki diameter 4.862 km, kira-kira $\frac{1}{3}$ diameter bumi dan massanya dibandingkan dengan massa bumi adalah 1 : 27. Karena jaraknya paling dekat dengan matahari, planet ini menjadi planet terpanas pada siang hari dan paling dingin pada malam hari. Merkurius sering mengalami tabrakan dengan asteroid sehingga permukaannya dipenuhi kawah-kawah dengan kawah terbesar berdiameter 1.300 km, yaitu Cekungan Caloris. Merkurius tidak memiliki satelit yang mengiringinya.

Karena jaraknya paling dekat dengan matahari, planet ini memiliki periode revolusi paling cepat, yaitu 88 hari. Sementara itu, periode rotasi Merkurius adalah 59 hari.

2. Venus

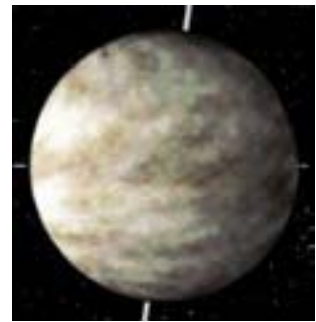
Venus merupakan planet yang paling mirip dengan bumi, hanya saja atmosfer Venus lebih padat sehingga tekanan atmosfernya mencapai 100 kali tekanan atmosfer bumi. Diameter planet ini adalah 12.190 km. Atmosfernya didominasi oleh gas CO₂ (hampir 96%), gas nitrogen (3,5%), dan sisanya terdiri atas uap air dan gas lain. Akibatnya, timbul efek rumah kaca yang menyebabkan suhu menjadi sangat tinggi, diperkirakan mencapai 750 K. Permukaan Venus lebih datar dan hanya memiliki dua dataran tinggi yaitu Ishtar dan Aphrodite. Venus merupakan planet yang sangat terang walaupun sebagian besar permukaannya diselimuti awan tebal. Karena terangnya, Venus dapat dilihat oleh manusia di bumi sekitar 4 jam sebelum matahari terbit. Selain Merkurius, Venus merupakan planet yang tidak memiliki satelit.

Pergerakan planet ini untuk mengitari porosnya (rotasi) memiliki periode yang paling lama dibandingkan planet-planet lain. Dalam perhitungan bumi, waktu yang diperlukan Venus untuk sekali berotasi adalah 243 hari. Berbeda dengan planet lain, arah rotasi Venus berlawanan dengan planet lain, yaitu dari timur ke barat. Akibatnya, di Venus matahari terbit dari barat ke timur. Sementara itu, waktu yang harus dilalui Venus untuk mengelilingi matahari adalah 225 hari.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.8
Merkurius



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.9
Venus



Gambar 11.10
Bumi

3. Bumi

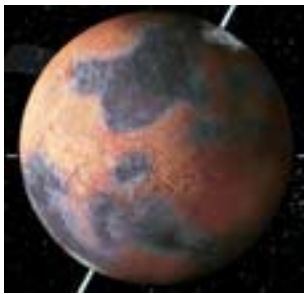
Bumi adalah satu-satunya planet dalam tata surya yang memiliki penghuni. Berbeda dengan planet lain, sebagian besar permukaan bumi ditutupi oleh air, yaitu mencapai $\frac{2}{3}$ bagian bumi. Karenanya, dari langit di atas sana, bumi terlihat kebiru-biruan. Bumi merupakan planet ketiga terdekat dari matahari dengan jarak 150 juta km. Pergerakan bumi mengitari porosnya (rotasi) telah menyebabkan bentuk bumi tidak seutuhnya bulat, melainkan lonjong (elips). Jari-jari bumi di bagian kutubnya adalah 6.356,8 km sedangkan bagian khatulistiwa berjari-jari 6.378,1 km. Waktu yang diperlukan bumi untuk berevolusi, yaitu 365 hari yang biasa disebut sebagai satu tahun Masehi. Sedangkan, periode rotasinya adalah 23,9 jam atau dibulatkan 24 jam, yaitu satu hari bumi. Bumi memiliki sebuah satelit yang bernama bulan.

4. Mars

Mars merupakan planet yang unik karena warnanya yang merah. Planet ini berdiameter setengah kali diameter bumi, yaitu 6.780 km, dan massanya dibandingkan dengan massa bumi adalah 1 : 9. Susunan atmosfer Mars didominasi oleh gas CO₂ yang mencapai 95% sehingga mengakibatkan terjadi efek rumah kaca. Seluruh planet Mars diselubungi air dalam bentuk padat (es).

Suatu penelitian terhadap planet Mars menunjukkan bahwa di planet ini pernah terjadi aliran sungai yang alami. Namun, karena suhu yang sangat dingin, aliran ini tak pernah terjadi lagi sejak berjuta-juta tahun yang lalu. Perubahan suhu ini diperkirakan karena terjadinya tabrakan planet Mars dengan asteroid yang sangat besar yang berakibat terlemparnya sebagian atmosfer Mars ke langit. Berdasarkan penemuan ini, peneliti hanya bisa mengira bahwa suhu di Mars pernah hangat seperti di bumi.

Mars memerlukan 1,9 tahun untuk sekali mengelilingi matahari. Sedangkan, untuk sekali berputar mengelilingi porosnya, waktu yang diperlukan Mars adalah 24,6 hari. Mars memiliki dua benda langit yang selalu mengiringinya, yang bernama Phobos dan Demos.



Gambar 11.11
Mars



Gambar 11.12
Phobos merupakan satelit Mars

5. Jupiter

Jupiter adalah planet terbesar dibandingkan dengan planet-planet lainnya. Diameter Jupiter adalah 142.860 km atau 10 kali diameter bumi dan massanya 300 kali massa

bumi. Atmosfer Jupiter tersusun oleh hidrogen, helium, dan hidrogen yang diperkaya metana, amoniak, dan air. Meskipun memiliki diameter dan massa yang paling besar dibanding planet lain, Jupiter hanya memerlukan waktu 9,8 jam untuk satu kali rotasi. Waktu ini merupakan waktu tercepat yang dimiliki planet untuk berotasi. Akibatnya, bagian ekuator Jupiter lebih cembung dan muncul arus angin yang sangat kuat di atmosfernya. Jarak Jupiter ke matahari adalah sekitar 778 km. Sehingga waktu yang diperlukan Jupiter untuk satu kali revolusi mencapai 11,9 tahun. Jupiter memiliki satelit paling banyak dengan ukuran yang besar-besar. Satelit yang dimiliki Jupiter berjumlah 31, yaitu Metis, Andrastea, Almathea, Thebe, Io, Europa, Ganymede, Calisto, Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Aananke, Carme, pasiphea, Sinope, dan 18 lagi belum ada namanya. Satelit terbesar adalah Ganymede yang ukurannya lebih besar dari Merkurius.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.13
Jupiter



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.14
Ganymede adalah satelit Jupiter yang terbesar

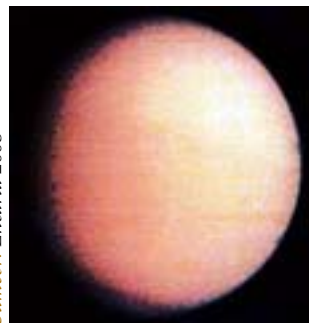
6. Saturnus

Saturnus adalah planet terbesar kedua setelah Jupiter. Saturnus merupakan satu-satunya planet yang memiliki perhiasan sangat indah berupa cincin yang disusun oleh kristal-kristal es dan bahan karbon. Diameter Saturnus hampir sama dengan diameter Jupiter, yaitu 120.000 km atau 10 kali diameter bumi. Namun, massanya dibandingkan dengan massa bumi adalah 1:95. Atmosfer Saturnus disusun oleh hidrogen dan hidrogen yang diperkaya oleh unsur lain. Periode rotasi Saturnus hanya berbeda 0,9 jam dari Jupiter, sedangkan periode revolusinya hampir 2,5 kali periode revolusi Jupiter, yaitu 29,5 tahun. Saturnus memiliki 30 satelit, yaitu Atlas, 1980 S27, 1980 S26, Eupemetheus, Janus, Mimas, Corbital, Encelandus, Tethys, Telesto, Calypso, Dione, Dione Coorbital, 1980 S5, 1980 S6, Rhea, Titan, Hyperion, Laetus, Phoebe, dan 9 lagi belum ada namanya. Satelit terbesarnya adalah Titan dengan diameter sekitar 5.000 km.



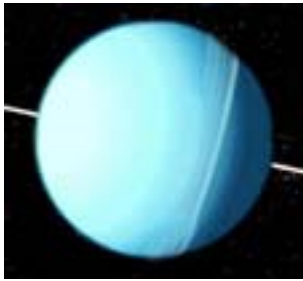
Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.15 Saturnus



Sumber: Encarta 2005

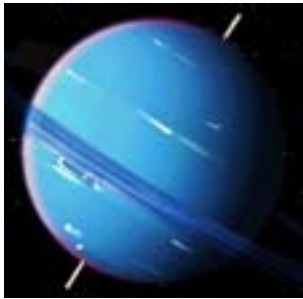
Gambar 11.16 Titan



Gambar 11.17
Uranus

7. Uranus

Uranus berdiameter 4 kali diameter bumi, yaitu 50.100 km dan massanya 15 kali massa bumi. Periode rotasi Uranus adalah 17 jam, sedangkan periode revolusinya adalah 84 tahun. Berdasarkan pengamatan satelit, Uranus hanya tampak seperti bulatan biru sehingga sulit dipelajari. Para peneliti mengira bahwa warna biru ini disebabkan oleh atmosfer Uranus yang didominasi oleh gas metana. Satelit yang dimiliki Uranus berjumlah 21, yaitu Ariel, Umbriel, Titania, Oberon, Miranda, Puck, Cordelia, Ophelia, Bianca, Cresida, Desemona, Juliet, Portia, Rosalin, Belinda, dan 5 lagi belum ada namanya.



Gambar 11.18
Neptunus

8. Neptunus

Neptunus merupakan planet yang tampak dari bumi seperti chip biru yang terlihat indah. Diameter Neptunus adalah 48.600 km atau kira-kira 3,9 kali diameter bumi. Berbeda dengan warna biru bumi yang diakibatkan pantulan air, warna biru yang ditampakkan Neptunus diakibatkan oleh susunan gas metana yang mendominasi atmosfernya. Atmosfer Neptunus memiliki kerapatan yang berbeda-beda sehingga angin di Neptunus dapat bertiup dengan kecepatan tinggi, mencapai 2.200 km/jam. Neptunus berevolusi dengan periode 164,8 tahun dan berotasi selama 15,8 jam sekali. Neptunus memiliki 8 satelit yang masing-masing bernama Triton, Nereid, Naiad, Thalasa, Despina, Galatea, Larissa, dan Proteus.

D. Bumi sebagai Planet

Dari angkasa, bumi nampak beraneka warna dengan dominasi warna biru yang merupakan pantulan cahaya dari samudra, warna hijau yang merupakan pantulan hutan, dan warna merah pantulan dari padang pasir. Sehingga dapat disimpulkan bahwa permukaan bumi terdiri atas daratan yang tersusun oleh batuan dan lautan. Daratan bumi yang tersusun dari batuan disebut dengan litosfer. Untuk menjaga permukaan bumi dari cahaya matahari dan tabrakan dengan benda langit lain, maka permukaan bumi ini dilapisi oleh atmosfer.

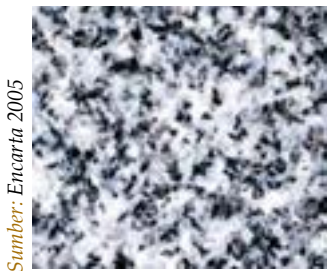
1. Litosfer

Litosfer adalah bagian dari daratan bumi yang berupa batu-batuan. Pada dasarnya, batu-batuan ini dapat

digolongkan ke dalam tiga jenis, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

Batuan beku adalah batuan yang pertama kali muncul di permukaan bumi. Batuan ini merupakan hasil letusan gunung berapi atau intrusi magma. Berdasarkan warnanya, batuan ini digolongkan menjadi dua jenis, yaitu batu basalt yang warnanya gelap, dan batu granit yang memiliki warna yang lebih terang dari batu basalt. Batuan sedimen adalah batuan endapan yang berasal dari erosi dan pelapukan yang dilakukan oleh air. Contoh jenis batuan ini adalah batu pasir dan lempung. Batuan ini merupakan batuan sedimen yang terkubur pada tekanan dan suhu yang tinggi. Contoh batuan metamorf adalah batu marmer.

Ketiga batuan ini membentuk siklus yang disebut dengan siklus Litosfer (siklus batuan). Magma atau lava yang keluar dari gunung berapi mengeras membentuk batuan beku yang kemudian mengalami pelapukan dan erosi sehingga berubah menjadi batuan sedimen. Melalui proses yang lama, batuan ini kemudian terkubur dan membentuk batuan metamorf.



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.19
Granit



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.20
Batuan sedimen



Sumber: Encarta 2005

Gambar 11.21
Batu metamorf

a. Pelapukan

Pernahkah kamu memperhatikan rumah tua yang mungkin ada di sekitar lingkungan rumahmu? Lihatlah bagaimana rumah yang tadinya berdiri kokoh dalam kurun waktu yang relatif lama, kemudian ditumbuhi oleh pohon-pohonan yang rindang, merambat, dan memenuhi dinding-dindingnya. Bagaimana itu terjadi? Dinding rumah yang tadinya kokoh lambat laun merapuh dan mudah ditumbuhi lumut dan tanaman rambat lainnya terjadi akibat dinding itu mengalami proses pelapukan. Pelapukan secara umum diartikan sebagai perubahan yang terjadi pada batuan akibat adanya kontak atau interaksi dengan atmosfer, hidrosfer (air), maupun biosfer (makhluk hidup).

Info



Pelapukan fisika adalah proses pelapukan yang mengubah batuan besar menjadi bagian-bagian yang berukuran lebih kecil, sedangkan pelapukan kimia adalah proses pelapukan yang mengubah batuan menjadi suatu mineral yang baru.

Berdasarkan proses penguraian yang terjadi selama pelapukan, peristiwa ini kemudian dikelompokkan menjadi dua, yaitu pelapukan fisika dan pelapukan kimia. Pelapukan fisika adalah proses pelapukan yang merubah batuan besar menjadi bagian-bagian yang berukuran lebih kecil, misalnya pelapukan batu menjadi kerikil atau pasir. Pelapukan ini ditandai dengan ukuran butir batuan yang dihasilkan masih kasar dan komposisinya masih sama dengan komposisi batuan awalnya. Pelapukan fisika dapat terjadi karena membekunya air dalam batuan (pembajian oleh es), tumbuhan dan hewan, pelepasan tekanan, tumbuhnya kristal garam, dan perubahan suhu. Sedangkan, pelapukan kimia adalah proses pelapukan yang mengubah batuan menjadi suatu mineral yang baru. Pelapukan ini terjadi akibat mineral-mineral pada batuan induk bereaksi dengan ion-ion yang ada di atmosfernya.

Peristiwa terjadinya pelapukan kimia dapat dipercepat oleh adanya air dan jumlah yang relatif banyak, suhu yang tinggi, dan luas permukaan yang besar. Pelapukan kimia ditandai dengan dihasilkan mineral baru yang berbeda dengan batuan asalnya dan butirannya pun sangat halus.

Setiap batuan memiliki kemampuan yang berbeda untuk bertahan dari proses pelapukan. Buktinya, bumi yang sebagiannya merupakan batuan, kini memiliki bentuk yang seperti kita ketahui sekarang, terdiri atas dataran rendah, bukit, lembah, dan dataran tinggi.

b. Pembentukan Tanah

Tanah adalah salah satu hasil pelapukan batuan yang terjadi melalui proses kimia juga fisika. Telah disebutkan sebelumnya bahwa pada suatu permukaan batuan yang sering mengalami kontak dengan air akan mudah ditumbuhi oleh lumut. Selama pertumbuhannya, lumut akan mengambil mineral yang ada di dalam batuan sebagai makanannya. Kemudian, lumut akan mengeluarkan mineral baru yang menempel pada batuan yang ditempatinya. Partikel mineral baru ini bersama-sama debu atmosfer dan bahan organik sisa tumbuhan lumut yang telah mati terkumpul di celah-celah batuan dan membentuk kantung-kantung tanah. Spora dari jenis tumbuhan lain hinggap pada kantung tanah ini dan memperoleh makanan darinya sehingga tumbuhan ini tumbuh tinggi. Proses pertumbuhan ini memberikan kesempatan terhadap proses pelapukan. Setelah kurun waktu yang cukup lama, kantung-kantung tanah ini makin tebal dan akar-akar tumbuhan makin kuat menahan tanah sehingga

tidak mengalami erosi. Seiring bertambahnya waktu, tanah ini pun bertambah tebal dan luas.

2. Atmosfer Bumi

Seperti planet lain, atmosfer yang menyelimuti bumi pun berwujud gas. Dilihat dari kandungannya, atmosfer bumi memiliki keunikan bila dibandingkan dengan atmosfer di planet lain. Adapun kandungan atmosfer bumi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 11.2 Kandungan Atmosfer Bumi

Jenis Gas	Kandungan (%)
Nitrogen (N ₂)	78,08
Oksigen (O ₂)	20,95
Argon (Ar)	0,93
Air (H ₂ O)	0,1-3,0
Karbon dioksida (CO ₂)	0,3
Neon, Helium, Hidrogen, Metana, dan Karbon monoksida	1

Kandungan gas dalam atmosfer bumi terjaga oleh aktivitas pernafasan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Manusia dan hewan menghirup oksigen dan melepaskan karbon dioksida, sementara tumbuhan sebaliknya, menghirup karbon dioksida dan melepaskan oksigen. Di bumi, atmosfer berfungsi sebagai pelindung bagi bumi dari hantaman benda-benda langit dan berperan sebagai efek rumah kaca. Atmosfer bumi diciptakan tembus pandang agar memungkinkan cahaya matahari menembusnya dan sampai di permukaan. Selain itu, atmosfer bumi pun bertugas untuk menahan sebagian panas matahari yang dipantulkan bumi. Dengan demikian, suhu bumi akan tetap terjaga dan manusia tetap hidup karena suhunya yang hangat.

3. Pengaruh Pergerakan Bumi

Sebagai planet, tentunya matahari akan berevolusi mengelilingi matahari dan berputar pada porosnya (berotasi). Sebagai aktivitas periodik, rotasi dan revolusi bumi pun memberikan pengaruh terhadap peristiwa yang terjadi di bumi.

Pikirkanlah

Mengapa bintang, bulan, dan matahari terlihat seolah-olah bergerak mengelilingi bumi, padahal yang sebenarnya bergerak adalah bumi? Jelaskan!

a. Pengaruh Rotasi Bumi

Gerak rotasi bumi menyebabkan cahaya matahari diterima oleh bagian-bagian bumi secara bergantian. Saat suatu bagian bumi terkena cahaya matahari, maka bagian tersebut mengalami siang hari. Sementara, ketika bagian yang tidak terkena cahaya matahari, maka bagian itu mengalami malam. Proses pergantian siang dan malam akan terus terjadi selama bumi masih berotasi.

Akibat lain dari rotasi bumi adalah munculnya gerak semu dari matahari dan bintang. Ketika kita melihat bintang di malam hari yang tebit dari timur dan tenggelam di barat kemudian diganti oleh matahari yang juga muncul di timur dan menghilang di barat pada siangnya, kita merasakan seolah-olah mereka yang bergerak mengelilingi bumi. Padahal, yang sebenarnya bergerak adalah bumi.

Untuk menentukan tempat-tempat di bumi, dibuatlah garis-garis khayal berupa koordinat yang terdiri atas garis lintang dan garis bujur. Garis lintang adalah garis yang ditarik dari barat ke timur sejajar garis khatulistiwa. Sementara, garis bujur adalah garis yang ditarik dari kutub utara ke kutub selatan bumi. Rotasi bumi menyebabkan perbedaan waktu untuk setiap perbedaan garis bujur. Garis bujur 0° di tetapkan berada di kota Greenwich, sebuah kota di Inggris. Waktu di kota ini biasanya disebut *Greenwich Mean Time* (GMT). Tempat yang terletak 15° sebelah timur kota ini, memiliki waktu lebih cepat 1 jam dari GMT. Dan tempat yang berada 15° sebelah barat dari kota itu waktunya lebih lambat 1 jam dari GMT. Dengan kata lain, setiap berbeda 1° garis bujur, waktunya pun akan berbeda 4 menit.

Contoh:

Waktu di daerah 125° BT menunjukkan jam 05.00. Tentukanlah waktu yang ditunjukkan di daerah yang terletak pada 65° BT!

Penyelesaian:

Diketahui : waktu di 125° BT adalah 05.00

Ditanya : waktu di 65° BT

Jawab:

Waktu di 65° BT lebih cepat dari waktu di 125° BT. Selisih waktu adalah:

$$\left(\frac{125 - 65}{15} \right) \times 1 \text{ jam} = \left(\frac{60}{15} \right) \times 1 \text{ jam} = 4 \text{ jam}$$

Jadi, waktu di 65° BT adalah 01.00.



Kota A dan kota B memiliki perbedaan waktu 72 menit. Jika waktu di kota A lebih cepat daripada waktu di kota B dan letak kota B adalah 24° BT, tentukanlah letak kota A!

b. Pengaruh Revolusi Bumi

Selama bergerak, sumbu bumi membentuk sudut $23,5^\circ$ terhadap garis tegak lurus pada bidang eliptika (bidang edar bumi). Akibatnya, lama pemanasan yang diterima setiap kutubnya berbeda-beda. Peristiwa yang merupakan pengaruh dari revolusi bumi adalah:

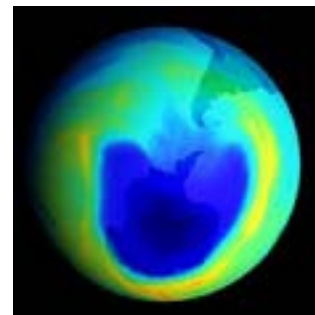
- Adanya pergantian musim.
- Perubahan lamanya siang dan malam.
- Gerak semu matahari.
- Perbedaan lokasi kemunculan benda langit setiap bulannya.

4. Pengaruh Teknologi terhadap Lingkungan

Telah disebutkan bahwa manusia bertugas untuk menjaga keseimbangan atas keberadaan seluruh anggota tata surya, terutama bumi yang menjadi tempat tinggalnya. Setiap aktivitas makhluk hidup, terutama manusia sebagai satu-satunya makhluk yang memiliki akal, tentunya akan sangat berpengaruh terhadap keseimbangan bumi. Manusia dengan akal yang dimiliki telah membuat kemajuan-kemajuan yang mempermudah kehidupannya namun tak jarang merusak alam, di antaranya dalam bidang teknologi. Ketidakseimbangan alam yang kini dan mungkin nanti akan dirasakan manusia akibat kurang terkontrolnya perkembangan teknologi di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Kebocoran Lapisan Ozon

Ozon adalah lapisan terluar atmosfer bumi yang disusun oleh tiga buah molekul oksigen (O_3). Ozon merupakan lapisan yang melindungi bumi dari radiasi cahaya matahari. Perkembangan teknologi yang dibuat manusia telah merusak keseimbangan lapisan ozon. Pembuatan senyawa kimia CFC (*clorofluorocarbon*) yang banyak digunakan pada alat pendingin ruangan (*air conditioner*) dan lemari es (*freezer*) serta berbagai janis parfum, telah menipiskan lapisan ozon bumi. Hal ini mulai diketahui pada tahun 1980-an setelah



Sumber: google.co.id

Gambar 11.22
Lubang ozon di atas antartika

ditemukannya lubang ozon di atas benua Antartika. Untuk menghindari penipisan lapisan ozon yang lebih lanjut secara global di seluruh dunia, penggunaan senyawa CFC dan alat-alat yang menggunakannya harus dikurangi. Jika tidak, lapisan yang melindungi bumi dari radiasi matahari akan terus berkurang, bahkan hilang sama sekali. Hal ini dapat membahayakan manusia karena radiasi matahari dapat menyebabkan kanker kulit.

b. Hujan Asam

Hujan asam merupakan peristiwa merugikan yang terjadi akibat adanya polusi udara yang berlebihan. Senyawa hidrokarbon hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dan pabrik-pabrik akan bereaksi dengan senyawa oksida nitrogen dan senyawa sulfur yang ada di atmosfer sehingga membentuk sulfida asam. Zat yang bersifat asam ini akan jatuh ke bumi bersama hujan. Hujan yang demikianlah yang disebut dengan hujan asam.

Hujan ini merugikan, bahkan berbahaya bagi manusia karena bangunan-bangunan yang dibuat dari pasir akan cepat rusak, bahkan lambat laun hutan pun akan mati. Dapat dibayangkan efek yang akan dirasakan oleh manusia ketika bangunan-bangunan rusak dan hutan mati. Secara otomatis, air dan bahan makanan pun akan sulit ditemui.

c. Efek Rumah Kaca

Telah disebutkan bahwa atmosfer bumi menahan sebagian panas yang diberikan matahari ke bumi. Pada dasarnya, efek rumah kaca sangat bermanfaat untuk keberlangsungan kehidupan di bumi karena dapat menjaga kehangatan suhu bumi. Jika tidak ada efek rumah kaca, maka bumi akan menjadi planet yang sangat dingin, dengan suhu mencapai -20°C . Namun, akibat keserakahan manusia, terjadinya efek rumah kaca kini membawa kerugian. Pembakaran bahan bakar fosil dan penggunaan bahan pengganti CFC, kadar CO_2 di atmosfer yang meningkat telah memacu peningkatan efek rumah kaca. Akibatnya, terjadi peningkatan suhu atau pemanasan global di permukaan bumi. Jika pemanasan global terjadi, maka penguapan di permukaan bumi pun akan semakin cepat dan akhirnya planet ini akan mengalami kekeringan yang mengakibatkan tidak memungkinkan adanya lagi kehidupan.

Aktivitas Siswa

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan, misalnya rusaknya lapisan ozon, hujan asam, dan terjadinya efek rumah kaca. Sekarang, coba kamu diskusikan dengan teman sekelompokmu, bagaimanakah cara untuk menanggulangi atau mengurangi dampak buruk tersebut? Kemudian, coba kamu cari informasi dari berbagai sumber tentang perkembangan kebocoran lapisan ozon dan pengaruhnya terhadap kehidupan di bumi.

E. Bulan

Bulan merupakan satu-satunya satelit alami yang dimiliki bumi. Bulan melakukan tiga pergerakan yang berpengaruh pada peristiwa-peristiwa yang terjadi di bumi.

1. Bentuk Fisik Bulan

Sebagai satelit, bulan memiliki ukuran yang jauh lebih kecil dari planet. Dibandingkan dengan bumi, diameter bulan adalah 0,25 kali diameter bumi (sekitar 476 km) dan massanya adalah 1 : 8. Ketidakberadaan atmosfer di bulan menyebabkan tidak adanya kehidupan di sana. Selain itu, tabrakan bulan dengan benda langit lain pun tidak bisa dihindarkan. Akibatnya, bagian permukaan bulan tidak seperti yang tampak dari bumi. Permukaan bulan dipenuhi oleh kawah-kawah dengan diameter yang bervariasi. Sebagian besar kawah ini terjadi karena hujan meteor. Selain itu, karena tidak adanya atmosfer di bulan, suhu bulan dapat mencapai 110°C saat terkena matahari dan -170°C saat sinar matahari tidak mengenainya.



Sumber: Encarta 2005

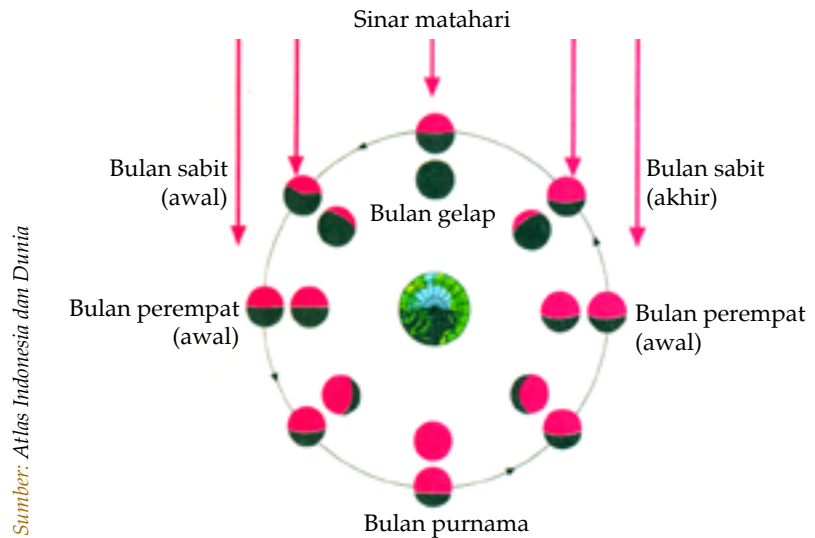
Gambar 11.23
Bulan

2. Gerakan dan Fase Bulan

Sebagai satelit, bulan melakukan tiga jenis gerakan, yaitu berotasi terhadap porosnya, berevolusi mengelilingi bumi, dan bersama bumi berevolusi mengelilingi matahari. Waktu yang dilalui oleh bulan untuk berevolusi mengelilingi bumi disebut satu bulan sideris, yaitu selama 27,33 hari perhitungan bumi. Tetapi, waktu yang diperlukan bulan untuk beredar dari keadaan bulan baru dan kembali ke keadaan bulan baru lagi disebut sebagai satu bulan sinodis atau satu bulan komariah, yaitu 29,5 hari.

Setiap malam kita melihat bulan, kita akan mendapatkan bentuk penampakan bulan yang berbeda-beda dan berulang

membentuk sebuah siklus. Perubahan bentuk penampakan bulan ini disebut siklus fase-fase bulan. Fase-fase ini terjadi sesuai dengan sinar yang dipantulkannya ke bumi.



Gambar 11.24 Fase bulan

Ketika bulan berada di antara matahari dan bumi, sisi bulan yang tidak terkena matahari akan menghadap ke bumi sehingga bulan tidak nampak di bumi. Fase ini dinamakan fase bulan baru. Sesuai pergerakan yang terjadi, bulan lambat laun akan nampak diawali dengan bentuk sabit. Bulan dalam bentuk ini dinamakan bulan sabit. Bagian bulan yang nampak di bumi akan terus bertambah hingga membentuk bulan separuh. Bulan akan terus mengembang dengan menampakan bagian yang lebih besar hingga membentuk bulatan yang penuh. Saat itu seluruh bagian bulan telah nampak ke bumi. Bulan yang seperti ini dinamakan bulan purnama. Posisi bulan saat purnama tepat berlawanan dengan bulan baru. Setelah mencapai purnama, bulan kembali menyusut melewati bulan separuh, bulan sabit, hingga kembali pada bulan baru. Fase ini akan terus berulang selama revolusi bulan terhadap bumi dan matahari terjadi.

3. Penanggalan

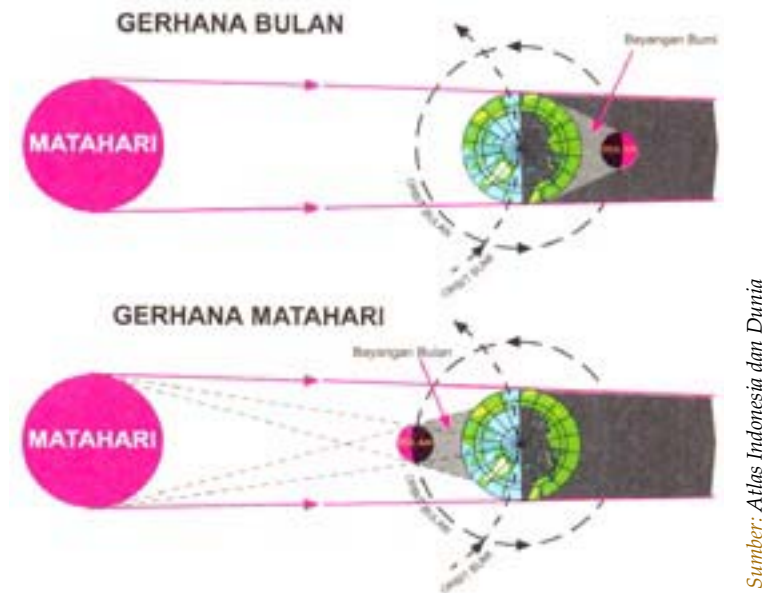
Berdasarkan waktu satu bulan sinodis ini, disusunlah penanggalan yang disebut dengan tahun komariah atau tahun hijriah. Pada penanggalan ini, jumlah hari selama satu tahun komariah adalah 354 hari. Karena waktu satu bulan sinodis adalah 29,5 hari, maka jumlah hari pada tiap-tiap

bulan di tahun komariah berselang-seling antara 29 hari dan 30 hari.

Selain penanggalan komariah, kita pun mengenal penanggalan masehi. Penanggalan ini berdasarkan pada periode rotasi dan revolusi bumi. Pada penanggalan ini, tahun yang habis dibagi empat disebut dengan tahun kabisat, yakni tahun yang jumlah harinya 366 hari dan yang lainnya disebut tahun basit.

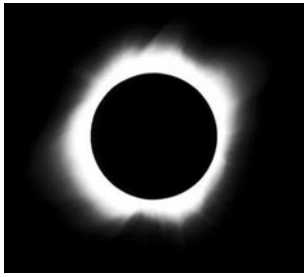
4. Gerhana

Akibat pergerakan yang dilakukan oleh bulan dan bumi, suatu saat akan terjadi peristiwa yang disebut gerhana. Berdasarkan posisi matahari-bumi-bulan, dikenal dua jenis gerhana, yaitu gerhana matahari dan gerhana bulan. Gerhana bulan adalah situasi terhalangnya sinar matahari yang menuju bulan oleh bumi. Sedangkan, gerhana matahari adalah situasi terhalangnya sinar matahari menuju bumi oleh bulan.



Gambar 11.25 Posisi bumi, bulan, dan matahari pada saat gerhana

Gerhana dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu gerhana total dan gerhana parsial. Gerhana total terjadi jika benda yang menjadi tujuan sinar matahari berada pada daerah umra. Sedangkan, gerhana sebagian atau gerhana parsial terjadi jika benda yang menjadi tujuan datangnya sinar matahari berada pada daerah penumbra.



Gambar 11.26
Gerhana matahari total

Gerhana matahari total hanya berlangsung selama 6 menit, sementara gerhana bulan total dapat terjadi selama 2 jam.

5. Pasang Surut Air Laut

Peristiwa naik atau turunnya air laut dari keadaan normal (garis pantai) disebut dengan pasang atau surut. Air laut mengalami pasang surut sebanyak dua kali dalam satu hari. Peristiwa ini terjadi akibat adanya pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari. Karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi, maka gaya gravitasi bulan memiliki pengaruh yang lebih besar daripada gravitasi matahari terhadap peristiwa pasang surut ini.

Menguji Diri



1. Jelaskan gerakan-gerakan yang dilakukan oleh bulan sebagai satelit!
2. Jelaskan aturan penanggalan berdasarkan waktu satu bulan sinodis!
3. Jelaskan proses terjadinya gerhana bulan dan gerhana matahari!



Kilasan Materi

- Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri dari matahari, planet-planet yang berputar mengelilingi matahari, komet, dan asteroid, serta benda-benda langit lainnya.
- Bintang adalah anggota tata surya yang mampu memancarkan cahaya sendiri.
- Nama-nama planet anggota tata surya adalah Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.
- Satelit adalah benda langit anggota tata surya yang selalu mengiringi planet sehingga disebut sebagai pengiring planet.
- Asteroid adalah benda angkasa yang berupa pecahan kecil dan terletak pada garis edar yang berada di antara planet Mars dan Jupiter.
- Komet adalah benda langit berukuran kecil yang tersusun atas sejumlah partikel-partikel kecil bebatuan, kristal, es, dan gas.

- Meteor adalah benda angkasa yang bergerak cepat dengan lintasan yang tak beraturan.
- Besarnya energi matahari yang berasal dari reaksi fusi dapat dihitung dengan rumus:

$$E = m \cdot c^2$$

- Spektrum matahari adalah gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari.
- Batu-batuan di bumi dapat dikelompokkan menjadi batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.
- Pelapukan adalah perubahan yang terjadi pada batuan akibat adanya kontak atau interaksi dengan atmosfer, hidrosfer, maupun biosfer.
- Pengaruh dari rotasi bumi adalah adanya pergantian siang dan malam, terjadinya gerak semu matahari, dan perbedaan waktu.
- Peristiwa yang merupakan pengaruh dari revolusi bumi adalah pergantian musim, perubahan lamanya siang dan malam, dan gerak semu matahari.
- Dampak negatif dari perkembangan teknologi terhadap lingkungan adalah kebocoran lapisan ozon, hujan asam, dan efek rumah kaca.
- Satu bulan sideris adalah waktu yang dilalui oleh bulan untuk berevolusi mengelilingi bumi, yaitu selama 27,33 hari perhitungan bumi.
- Satu bulan sinodis atau komariah adalah waktu yang diperlukan bulan untuk beredar dari keadaan bulan baru dan kembali ke keadaan bulan baru lagi, yaitu 29,5 hari.
- Gerhana bulan adalah situasi terhalangnya sinar matahari yang menuju bulan oleh bumi.
- Gerhana matahari adalah situasi terhalangnya sinar matahari menuju bumi oleh bulan.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang tata surya, coba kamu jelaskan kembali sistem tata surya dan benda-benda yang merupakan anggota tata surya! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?



Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Pusat dari tata surya adalah
 - a. bintang
 - b. matahari
 - c. bumi
 - d. bulan
2. Pengelompokan planet berdasarkan ukuran dan komposisinya adalah
 - a. planet dalam dan luar
 - b. planet besar dan kecil
 - c. planet terestial dan jovian
 - d. planet inferior dan superior
3. Berikut ini adalah pernyataan yang benar mengenai massa Merkurius, *kecuali*
 - a. 27 kali massa bumi
 - b. 3 kali massa mars
 - c. 0,2 kali massa uranus
 - d. 0,09 kali massa Jupiter
4. Lintasan edar asteroid berada di antara planet
 - a. Bumi dan Mars
 - b. Mars dan Jupiter
 - c. Jupiter dan Saturnus
 - d. Bumi dan Jupiter
5. Lapisan matahari yang berfungsi sebagai selimut untuk meminimalisir energi yang hilang dari matahari adalah
 - a. fotosfer
 - b. inti matahari
 - c. kromosfer
 - d. korona
6. Lapisan bumi yang tersusun oleh batu-batuan adalah
 - a. litosfer
 - b. fotosfer
 - c. atmosfer
 - d. daratan
7. Satelit LANDSAT dan Vaguard milik Amerika merupakan satelit buatan yang berfungsi untuk
 - a. pencitraan sumber daya alam
 - b. mengetahui cuaca
 - c. alat komunikasi
 - d. penentu posisi
8. Berikut ini yang tidak dipengaruhi oleh revolusi bumi adalah
 - a. pergantian musim
 - b. lamanya siang dan malam
 - c. waktu di bagian bumi
 - d. lokasi kemunculan benda langit setiap bulan
9. Yang merupakan tahun kabisat adalah tahun
 - a. 2002
 - b. 2004
 - c. 2006
 - d. 2010
10. Posisi yang tepat saat terjadi gerhana matahari adalah
 - a. bumi - bulan - matahari
 - b. bulan - bumi - matahari
 - c. bulan - matahari - bumi
 - d. bumi - matahari - bulan

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Kota A terletak pada 35° BB dan kota B terletak di 15° BT, tentukanlah:
 - a. kota yang terlebih dahulu mengalami tengah malam? Jelaskan!
 - b. waktu di kota B jika waktu yang ditunjukkan oleh jam di kota tersebut adalah pukul 21.30.
2. Jelaskanlah bagaimana proses berikut ini terjadi!
 - a. pembentukan tanah
 - b. pelapukan
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pasang surut dan peristiwa yang mempengaruhinya!
4. Tuliskanlah:
 - a. anggota tata surya dan penjelasannya secara singkat
 - b. jenis-jenis batuan dan proses terbentuknya
 - c. pengertian dan pengaruh rotasi serta revolusi bumi
 - d. manfaat energi matahari dan jenis spektrumnya
5. Jelaskan bagaimana penanggalan disusun!



1. Berdasarkan pengertian dari benda-benda yang termasuk anggota tata surya, coba kamu sebutkan persamaan dan perbedaan di antara benda-benda tersebut!
2. Sebutkan peristiwa-peristiwa yang termasuk pelapukan fisika dan pelapukan kimia! Mengapa kamu mengelompokkan peristiwa tersebut ke dalam pelapukan fisika atau pelapukan kimia?
3. Pemanasan global yang terjadi di bumi kita sekarang ini merupakan dampak negatif dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Menurutmu, faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya pemanasan global di bumi? Bagaimana cara untuk mengatasinya? Jelaskan! Diskusikan dengan teman sekelompokmu!



Uji Kemampuan Semester 2

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Urutan planet mulai dari yang paling dekat dengan matahari adalah
 - a. merkurius, venus, bumi, mars, jupiter, saturnus, uranus, neptunus
 - b. merkurius, mars, bumi, jupiter, venus, saturnus, uranus, neptunus
 - c. merkurius, venus, mars, bumi, uranus, jupiter, saturnus, neptunus
 - d. merkurius, saturnus, uranus, neptunus, venus, mars, bumi, jupiter
2. Yang bukan merupakan satelit alami adalah
 - a. Bulan
 - b. Ganymede
 - c. Ariel
 - d. SOHO
3. Lapisan matahari yang terlihat berupa cincin atau lapisan berwarna merah menutupi bulatan matahari saat gerhana adalah
 - a. korona
 - b. kromosfer
 - c. fotosfer
 - d. inti matahari
4. Spektrum matahari yang terdiri dari warna ungu, biru, hijau, kuning, jingga, dan merah adalah
 - a. sinar ultraviolet
 - b. sinar-X
 - c. sinar nampak
 - d. sinar gamma
5. Satu satuan astronom adalah
 - a. jarak matahari dengan bumi
 - b. jarak inti matahari dengan atmosfernya
 - c. jarak matahari dengan planet terdekat
 - d. jarak matahari dengan planet terluar
6. Pluto memiliki periode revolusi paling lama karena
 - a. ukurannya kecil
 - b. jaraknya paling jauh dari matahari
 - c. warnanya gelap
 - d. sulit diamati

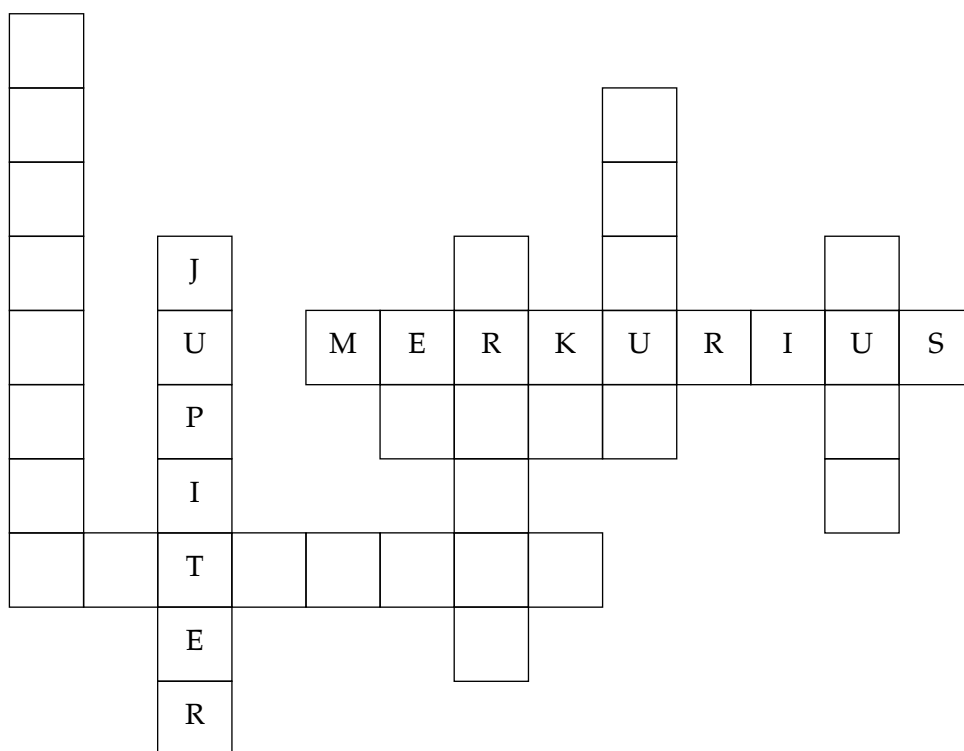
7. Perubahan yang terjadi pada batuan akibat adanya kontak atau interaksi dengan atmosfer, hidrosfer (air), maupun biosfer (makhluk hidup) adalah pengertian dari peristiwa
 - a. pelapukan
 - b. pembentukan tanah
 - c. revolusi
 - d. pasang surut
8. Waktu yang diperlukan bulan untuk beredar dari keadaan bulan baru dan kembali ke keadaan bulan baru lagi digunakan untuk
 - a. menyusun penanggalan komariah
 - b. menyusun penanggalan masehi
 - c. menentukan terjadinya gerhana
 - d. menentukan terjadinya pasang-surut
9. Yang bukan merupakan satuan energi adalah
 - a. watt
 - b. kalori
 - c. joule
 - d. kWh
10. Perubahan energi yang terjadi pada generator adalah
 - a. energi kinetik menjadi energi kimia
 - b. energi kimia menjadi energi listrik
 - c. energi listrik menjadi energi kinetik
 - d. energi kinetik menjadi energi listrik
11. Sebuah alat listrik yang dihubungkan dengan 4 buah baterai yang dirangkai seri menghasilkan arus sebesar 2 A. Jika setiap baterai memiliki beda potensial yang sama sebesar 1,5 volt, maka daya yang dimiliki alat listrik tersebut adalah
 - a. 3 watt
 - b. 6 watt
 - c. 9 watt
 - d. 12 watt
12. Berikut ini adalah cara untuk membuat bahan magnet menjadi magnet, *kecuali*
 - a. menggosok
 - b. induksi
 - c. elektromagnet
 - d. elektrolisis
13. Alat yang memiliki motor listrik adalah
 - a. setrika
 - b. voltmeter
 - c. bor listrik
 - d. televisi

14. Arah garis gaya magnet yang benar adalah dari
 - a. kutub utara ke kutub selatan
 - b. kutub selatan ke kutub selatan
 - c. kutub utara ke kutub utara
 - d. kutub selatan ke kutub utara
15. Sudut yang dibentuk oleh jarum kompas dengan arah kutub utara-selatan geografis bumi disebut sudut
 - a. inklinasi
 - b. deklinasi
 - c. deviasi
 - d. inviasi
16. Pernyataan di bawah ini benar, *kecuali*
 - a. tegangan induksi sebanding dengan jumlah lilitan pada kumparan
 - b. tegangan induksi sebanding dengan kecepatan gerakan magnet
 - c. tegangan induksi sebanding dengan jumlah garis gaya magnet
 - d. tegangan induksi sebanding dengan arus induksi
17. Fisikawan yang berhasil menunjukkan adanya medan magnet di sekitar kawat berarus adalah
 - a. Hans Cristian Oersted
 - b. Lorentz
 - c. Michael Faraday
 - d. Joseph Henry
18. Alat yang digunakan untuk menyalakan lampu pada sepeda adalah
 - a. generator arus searah
 - b. generator arus bolak-balik
 - c. transformator *step-up*
 - d. transformator *step-down*
19. Jika tegangan primer suatu transformator adalah dua kali tegangan sekundernya, maka perbandingan lilitan transformator tersebut adalah
 - a. 1 : 2
 - b. 1 : 3
 - c. 2 : 1
 - d. 3 : 1
20. Daya yang dimasukkan pada kumparan primer sebuah transformator adalah sebesar 25 watt. Jika daya yang keluar dari kumparan sekundernya adalah 2,25 watt, maka efisiensi transformator tersebut adalah
 - a. 1 %
 - b. 9 %
 - c. 90 %
 - d. 99 %

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Apakah posisi kutub magnet bumi sama dengan posisi kutub bumi? Jelaskan!
2. Jelaskan cara-cara membuat magnet dari sebatang besi!
3. Jelaskan perbedaan antara planet dengan bintang!
4. Sebutkan ciri-ciri dari planet saturnus!
5. Jelaskan penyebab terjadinya peristiwa gerhana!

C. Isikanlah nama-nama planet anggota tata surya ke dalam kotak-kotak berikut ini!



Glosarium

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi kerja alat-alat tubuh suatu organisme terhadap lingkungannya.

Adaptasi morfologi adalah penyesuaian bentuk tubuh atau struktur tubuh tertentu suatu organisme terhadap lingkungannya.

Adaptasi tingkah laku adalah perubahan perilaku suatu organisme untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya.

Aeroponik adalah teknik penanaman sayuran dengan media styrofoam yang berlubang-lubang.

Albuminuria adalah kelainan pada ginjal karena terdapat albumin dan protein di dalam urine.

Alzheimer adalah penyakit dimana sel-sel otak mati sehingga daya ingat menurun dan penderita kesulitan dalam berpikir.

Anosmia adalah gangguan pada hidung sehingga tidak dapat mencium bau.

Anuria adalah kegagalan ginjal sehingga tidak dapat membuat urine.

Arus listrik adalah aliran proton atau muatan listrik positif, yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.

Asteroid adalah benda angkasa yang berupa pecahan kecil dan terletak pada garis edar yang berada di antara planet Mars dan Jupiter.

Astigmatisma adalah keadaan dimana permukaan lensa mata tidak sama sehingga fokusnya tidak sama dan bayangan yang terbentuk tidak sama.

Autotomi adalah pemutusan ekor pada hewan untuk menjaga dirinya dari serangan musuh.

Bahan magnetik adalah benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet.

Bintang adalah anggota tata surya yang mampu memancarkan cahaya sendiri.

Bioteknologi adalah ilmu terapan yang mempelajari prinsip-prinsip biologi yang digunakan oleh manusia untuk tujuan tertentu.

Daya listrik adalah kecepatan energi listrik untuk berubah bentuk.

Dermatitis adalah peradangan pada kulit, bisa karena alergi atau infeksi.

Diabetes insipidus adalah kelainan pada ginjal karena jumlah urine yang berlipat ganda karena gangguan hormon antidiuretik.

Diabetes melitus adalah kelainan pada ginjal karena adanya gula (glukosa) dalam urine yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin.

Dihibrida adalah persilangan antara dua individu dengan dua sifat beda ini.

Efisiensi transformator adalah persentase dari perbandingan daya pada kumparan sekunder dan kumparan primer.

Eksim adalah kelainan pada kulit karena kulit menjadi kering, kemerah-merahan, gatal, dan bersisik.

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah tidak diperlukan lagi bagi tubuh organisme.

Elektromagnet adalah kumparan berarus listrik yang disisipi inti besi sehingga menghasilkan sebuah medan magnet yang kuat.

Elektroskop adalah alat yang digunakan untuk mengetahui adanya muatan listrik pada suatu benda.

Galur murni adalah tanaman yang memiliki sifat tidak berubah dari generasi ke generasi.

Gametogenesis adalah proses pembentukan gamet pada suatu individu.

Gangren adalah kelainan pada kulit karena kematian sel-sel jaringan tubuh.

Gaya gerak listrik adalah beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik ketika saklar terbuka dan tidak mengalirkan arus.

Gaya Lorenz adalah gaya yang muncul akibat adanya arus listrik pada penghantar di dalam medan magnet.

Generator adalah mesin yang mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.

Genetika adalah cabang biologi yang mempelajari sifat keturunan dari induk kepada keturunannya.

Gerhana bulan adalah situasi terhalangnya sinar matahari yang menuju bulan oleh bumi.

Gerhana matahari adalah situasi terhalangnya sinar matahari menuju bumi oleh bulan.

Heterozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang berlainan dari tiap jenis gen.

Hidroponik adalah teknik menanam tanaman dalam media selain tanah.

Hipermetriopi adalah keadaan lensa mata tidak dapat menyambung atau bola mata terlalu pendek sehingga bayangan benda jatuh di belakang retina.

Homozigot adalah sifat suatu individu yang genotipnya terdiri atas gen-gen yang sama dari tiap jenis gen.

Hukum Coloumb adalah aturan yang mengemukakan tentang hubungan antara gaya listrik dan besar masing-masing muatan listrik.

Implantasi adalah proses perlekatan embrio ke dinding sel.

Induksi elektromagnetik adalah proses pembuatan arus listrik dengan cara mendekatkan sumber listrik pada sebuah magnet.

Iris adalah tirai berwarna di depan lensa yang bersambung dengan selaput koroid.

Isolator adalah bahan yang sangat sulit bahkan tidak bisa mengalirkan arus listrik.

Komet adalah benda langit berukuran kecil yang tersusun atas sejumlah partikel-partikel kecil bebatuan, kristal, es, dan gas.

Konduktor adalah bahan yang mudah mengalirkan arus listrik.

Konstanta dielektrik adalah perbandingan antara permitivitas medium dengan permitivitas ruang hampa.

Kopulasi adalah penyimpanan sperma dari alat kelamin jantan (pria) ke alat kelamin betina (wanita).

Kretinisme adalah kelainan pada tubuh berupa perawakan yang pendek akibat kekurangan hormon tiroid.

kWh meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur banyaknya energi listrik yang dipakai.

Litosfer adalah bagian dari daratan bumi yang berupa batu-batuan.

Magnet adalah batu bermuatan yang memiliki sifat dapat menarik benda yang mengandung partikel besi.

Medan magnet adalah daerah sekitar magnet yang pada daerah itu magnet lain masih dipengaruhi oleh gaya magnetik jika diletakkan di atasnya.

Meningitis adalah peradangan pada selaput meninges.

Menstruasi adalah pendarahan yang terjadi akibat meluruhnya lapisan endometrium karena tidak terjadi fertilisasi.

Meteor adalah benda angkasa yang bergerak cepat dengan lintasan yang tak beraturan.

Meteorid adalah meteor yang berhasil memasuki atmosfer dan sampai ke permukaan bumi sebelum habis terbakar.

Miksedema adalah suatu keadaan dimana kelenjar tiroid sangat sedikit menghasilkan hormon tiroid, yang kondisinya sudah sangat parah.

Mimikri adalah perubahan warna kulit hewan sesuai lingkungan tempat ia tinggal.

Miopi adalah keadaan lensa mata terlalu cembung atau bola mata terlalu panjang sehingga bayangan mata jatuh di depan retina.

Monohibrid adalah persilangan dua individu dengan satu sifat beda.

Motor listrik adalah bagian yang bergerak pada beberapa jenis alat listrik.

Nefritis adalah penyakit pada ginjal karena kerusakan pada glomerulus yang disebabkan oleh infeksi kuman.

Oogenesis adalah pembentukan sel telur (ovum).

Otitis adalah peradangan pada telinga.

Ovarium adalah organ yang berfungsi menghasilkan ovum.

Ozon adalah lapisan terluar atmosfer bumi yang disusun oleh tiga buah molekul oksigen (O_3).

Panca indera adalah organ-organ yang dikhususkan untuk menerima jenis rangsangan tertentu.

Pelapukan adalah perubahan yang terjadi pada batuan akibat adanya kontak atau interaksi dengan atmosfer, hidrosfer, maupun biosfer.

Pembuahan adalah proses peleburan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina menjadi zigot sebagai calon individu baru.

Penis adalah organ yang berfungsi untuk kopulasi (persetubuhan).

Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan secara kawin, terjadinya individu baru didahului dengan peleburan sel kelamin jantan dan betina.

Perkembangbiakan vegetatif adalah perkembangbiakan secara tidak kawin, individu baru berasal dari bagian-bagian tubuh induknya.

Rekayasa genetika adalah teknik pengambilan gen tertentu untuk menghasilkan organisme yang memiliki keunggulan secara genetik.

Resistivitas adalah besaran fisika dari suatu bahan yang tergantung pada temperatur dan jenis bahan tersebut.

Satelit adalah benda langit anggota tata surya yang selalu mengiringi planet sehingga disebut sebagai pengiring planet.

Satu bulan sideris adalah waktu yang dilalui oleh bulan untuk berevolusi mengelilingi bumi, yaitu selama 27,33 hari perhitungan bumi.

Satu bulan sinodis atau komariah adalah waktu yang diperlukan bulan untuk beredar dari keadaan bulan baru dan kembali ke keadaan bulan baru lagi, yaitu 29,5 hari.

Semi konduktor adalah bahan-bahan yang kadang bersifat isolator dan kadang bersifat konduktor.

Sentromer adalah bagian yang menyempit dan tampak lebih terang.

Sifat dominan adalah sifat yang muncul pada keturunannya dengan mengalahkan sifat pasangannya.

Sifat resesif adalah sifat yang tidak muncul karena ditutupi oleh pasangannya.

Sifat unggul adalah sifat-sifat yang baik yang ada pada organisme dipandang dari sudut kebutuhan manusia.

Spektrum matahari adalah gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari.

Spermatogenesis adalah proses pembentukan sel sperma.

Stolon adalah cabang yang tumbuh mendatar di atas permukaan tanah.

Super konduktor adalah bahan yang sangat kuat mengalirkan arus.

Tata surya adalah susunan benda-benda langit yang terdiri dari matahari, planet-planet yang berputar mengelilingi matahari, komet, dan asteroid, serta benda-benda langit lainnya.

Tegangan jepit adalah beda potensial antara kutub-kutub suatu elemen listrik ketika saklar ditutup dan mengalirkan muatan listrik.

Testis adalah organ kelamin pria yang berfungsi menghasilkan spermatozoa dan hormon testosteron.

Transformator adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik.

Transformator step-down adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan induksi.

Transformator step-up adalah jenis transformator yang berfungsi untuk menaikkan tegangan induksi.

Tunas adalah tumbuhan yang tumbuh dari batang yang berada di dalam tanah.

Umbi adalah bagian tanaman yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan.

Vagina adalah tabung berotot yang dilapisi membran dari jaringan epitel, dan dialiri pembuluh darah.

Vaksin adalah bibit penyakit yang sudah dilemahkan untuk digunakan sebagai obat vaksinasi.

Vas deferens adalah sebuah saluran dari bagian bawah epididimis mengarah ke atas, kemudian melingkar dan salah satu ujungnya berakhir pada kelenjar prostat.

Vesikula seminalis adalah kantung sperma berupa dua buah kelenjar tubulus yang terletak di kanan dan kiri di belakang kandung kemih.

Indeks

- Adaptasi fisiologi 53, 54, 56, 69
Adaptasi morfologi 54, 55, 69, 72
Adaptasi tingkah laku 54, 56, 69
Aeroponik 100, 101, 104, 106
Albuminuria 7, 13
Alzheimer 31, 45
Anosmia 31, 46
Anuria 1, 10, 12
Arus listrik 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 133, 136, 138, 139, 140
Asteroid 177, 178, 180, 181, 186, 187, 199, 201
Atmosfer 177, 179, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 200, 201
Autotomi 57
Bahan magnetik 159, 174
Bintang 177, 178, 181, 182, 193, 199
Bioteknologi 91, 92, 93, 94, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106
Daya listrik 142, 144, 145, 147, 150, 151, 152,
Dermatitis 31, 46
Diabetes insipidus 8, 12
Diabetes melitus 1, 7, 13
Dihibrida 82, 83, 88
Efisiensi transformator 172, 173, 174, 176
Eksim 1, 10, 11, 12, 13
Ekskresi 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14
Elektromagnet 157, 160, 164, 166, 174
Elektroskop 107, 108, 110, 111, 118, 119
Fenotip 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 90
Galur murni 79, 81, 83, 88
Gametogenesis 19, 20
Gangren 1, 11, 12,
Gaya gerak listrik 127, 138, 139
Gaya Lorenz 165, 174, 176
Gen 74, 75, 76, 77, 78, 89, 81, 83, 84, 85, 86, 88
Generatif 59, 62, 63, 64, 66, 71
Generator 169, 170, 172, 175, 176,
Genetika 74, 88
Genotif 73, 74, 77
Gerhana bulan 177, 198, 199, 200,
Gerhana matahari 183, 184, 198, 199, 200, 201
Ginjal 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14
Heterozigot 77, 78, 81, 86, 88
Hidroponik 99, 100, 101, 103, 105, 106
Hipermetropi 48
Homozigot 77, 78, 81, 82, 83, 85, 86, 88, 90
Hukum Coloumb 107, 111, 118
Implantasi 23, 28, 29
Induksi elektromagnetik 157, 167, 170, 174, 175
Iris 39, 40

Isolator 130, 131, 132, 139
 Komet 177, 178, 181, 182, 199
 Konduktor 130, 131, 132, 139, 140
 Konstanta dielektrik 112, 118
 Kopulasi 18
 Kromosom 73, 74, 75, 76, 87, 89
 kWh meter 147, 149, 150
 Lensa 40, 48, 49
 Litosfer 177, 189, 190, 201,
 Magnet 157, 158, 159, 160, 164, 165, 175, 176
 Medan magnet 161, 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 174
 Meningitis 31, 45
 Menstruasi 15, 18, 21, 22, 24, 25, 27
 Meteor 177, 178, 182, 169, 182, 196, 200
 Meteorid 177, 182,
 Mimikri 56
 Miopi 48, 49
 Monohibrid 80, 81, 88, 90
 Motor listrik 166, 174, 175,
 Nefritis 1, 9, 12
 Oogenesis 15, 20, 21, 22, 27, 28, 30
 Otitis 31, 46, 47
 Ovarium 15, 18, 19, 24, 26, 28, 29
 Ovum 16, 18, 19, 20, 23, 27, 28, 29
 Ozon 194, 195, 196,
 Panca indera 31, 39, 45, 49, 50, 52
 Pelapukan 190, 191, 200, 202,
 Pembuahan 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70
 Penis 17, 18, 25, 27, 28
 Perkembangbiakan 54, 59, 60, 65, 66, 68, 69, 72
 Persilangan 77, 79, 80, 81, 82, 84, 89, 100
 Pupil 33, 38, 40
 Rekayasa genetika 93, 98, 100, 102, 103
 Resistivitas 131, 138
 Retina 39, 40, 47, 48, 51
 Satelit 177, 180, 181, 186, 187, 188, 196, 199, 201
 Semi konduktor 130, 131, 139
 Sentromer 75, 89
 Sideris 196, 200
 Sifat dominan 73, 77, 78, 80, 88
 Sifat resesif 73, 77, 80, 87, 88
 Sifat unggul 73, 81, 84, 88
 Sinodis 196, 197, 199, 200
 Spektrum matahari 184, 200
 Sperma 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 29
 Spermatogenesis 15, 20, 21, 27, 28
 Stolon 60, 64, 69
 Super konduktor 130, 131, 139
 Tata surya 177, 178, 179, 180, 182, 185, 187, 194, 199, 201, 202
 Tegangan jepit 127, 128, 138
 Testis 16, 18, 20, 21, 27
 Transformator 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176
 Transformator step-down 171, 172, 174, 176
 Transformator step-up 171, 172, 174, 175, 176
 Tunas 60, 61, 64, 66, 69, 70
 Umbi 60, 71
 Urine 1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 14
 Vagina 17, 18, 19, 28, 29
 Vaksin 92, 98, 102, 103, 104, 105
 Vas deferens 16, 17, 27, 29
 Vegetatif 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 72
 Vesikula seminalis 17, 27

Daftar Pustaka

- Campbell, N.A., Recce, J.B., Mitchell, L.G., Taylor, M.R. 2003. *Biology Concepts & Connection, Fourth Edition*. Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings.
- Depdiknas. 2006. *Standar Isi*. Jakarta: BSNP.
- Hermana, Maman. 2004. *Sains Fisika*. Jakarta: Piranti Darma Kalokatama.
- <http://www.google.co.id>
- Microsoft Encarta Reference Library 2005
- Mutiara, Tia, dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMK dan MAK Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Sudibyo, Elok, dkk. 2003. *Fisika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Tim Penulis BSDM. 2007. *Penelitian Ilmiah bagi Pemula*. Jakarta: Grafika Utama.
- Wilardjo, Liek, dkk. 2003. *Kamus Fisika*. Jakarta: Balai Pustaka.
- www.icarelasikcenter.com
- www.medicastore.com
- www.naturalnusantara.co.id

Kunci Jawaban

Uji Kemampuan Bab 1

- | | |
|------|-------|
| 1. c | 6. c |
| 2. c | 7. b |
| 3. a | 8. a |
| 4. c | 9. c |
| 5. b | 10. a |

Uji Kemampuan Bab 2

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. b |
| 2. d | 7. c |
| 3. b | 8. c |
| 4. c | 9. d |
| 5. b | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 3

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. d |
| 2. c | 7. b |
| 3. c | 8. a |
| 4. b | 9. c |
| 5. c | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 4

- | | |
|------|-------|
| 1. c | 6. a |
| 2. c | 7. c |
| 3. a | 8. c |
| 4. a | 9. b |
| 5. c | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 5

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. c |
| 2. d | 7. c |
| 3. c | 8. b |
| 4. a | 9. a |
| 5. b | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 6

- | | |
|------|-------|
| 1. d | 6. a |
| 2. d | 7. c |
| 3. b | 8. a |
| 4. d | 9. d |
| 5. c | 10. c |

Uji Kemampuan Bab 7

- | | |
|------|-------|
| 1. a | 6. b |
| 2. b | 7. a |
| 3. d | 8. a |
| 4. d | 9. b |
| 5. a | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 8

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. b |
| 2. a | 7. b |
| 3. d | 8. d |
| 4. c | 9. a |
| 5. a | 10. b |

Uji Kemampuan Bab 9

- | | |
|------|-------|
| 1. c | 6. c |
| 2. c | 7. c |
| 3. a | 8. a |
| 4. c | 9. c |
| 5. d | 10. a |

Uji Kemampuan Semester 1

- | | |
|-------|-------|
| 1. c | 11. d |
| 2. a | 12. b |
| 3. d | 13. b |
| 4. d | 14. a |
| 5. d | 15. d |
| 6. d | 16. d |
| 7. c | 17. d |
| 8. d | 18. c |
| 9. b | 19. a |
| 10. b | 20. b |

Uji Kemampuan Bab 10

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. d |
| 2. a | 7. a |
| 3. c | 8. b |
| 4. d | 9. d |
| 5. a | 10. a |

Uji Kemampuan Bab 11

- | | |
|------|-------|
| 1. b | 6. a |
| 2. c | 7. a |
| 3. a | 8. c |
| 4. b | 9. b |
| 5. a | 10. a |

Uji Kemampuan Semester 2

- | | |
|-------|-------|
| 1. a | 11. d |
| 2. d | 12. d |
| 3. b | 13. c |
| 4. c | 14. a |
| 5. a | 15. a |
| 6. b | 16. d |
| 7. a | 17. a |
| 8. a | 18. a |
| 9. a | 19. c |
| 10. d | 20. b |

Alam Sekitar IPA Terpadu adalah buku yang mengkaji alam beserta isi dan kehidupannya dari berbagai sisi. Tujuannya agar kamu menjadi lebih mengenali dan memahami alam sekitarmu melalui pelajaran IPA Terpadu.

Sahabatku Ilmuwan, merupakan tokoh-tokoh yang mempunyai peranan besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Aktivitas Siswa, kegiatan sederhana yang dapat membantumu untuk lebih memahami konsep dan mengembangkan kreativitas.

Info, merupakan hal-hal yang harus kamu ketahui dan pahami pada bagian tersebut.

Pikirkanlah, berisi pertanyaan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatifmu.

Menguji Diri, merupakan soal-soal untuk melatih kemampuanmu dalam memahami konsep yang telah dipelajari.

Kilasan Materi, merupakan rangkuman materi yang telah dipelajari pada setiap bab.

Refleksi, merupakan kilas balik dari materi yang telah dipelajari pada setiap bab.

Uji Kemampuan, berupa soal-soal untuk mengevaluasi tingkat pemahamanmu terhadap materi pada setiap bab.

Ruang Berpikir, merupakan soal-soal aplikasi, inkuiri, investigasi, pemahaman, pemecahan masalah, penalaran, dan analisis.

ISBN 978-979-068-768-4 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-771-4

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 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) Rp15.096,--

Diunduh dari BSE.Mahoni.com