

ILMU PENGETAHUAN ALAM



SMP/MTs
KELAS

IX

SEMESTER 2



Hak Cipta © 2015 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

MILIK NEGARA
TIDAK DIPERDAGANGKAN

Disklaimer: Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan “dokumen hidup” yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Ilmu Pengetahuan Alam/ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .

Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2015.

(xviii), (230) hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX Semester 2

ISBN 978-602-1530-62-7 (jilid lengkap)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran

I. Judul

II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

230

Kontributor Naskah : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati,
I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari,
Hamim T. Mahfudhillah, Alifah Robitah,
Zenia L. Kurniawati, dan Erfitra R. Prasmala.

Penelaah : Ismunandar, I Nyoman Marsih, I Made Padri,
dan Ana Ratna Wulan.

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.

Cetakan Ke-1, 2015
Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah matapelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, semua mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas IX SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (platform) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study) dan PISA (Program for International Student Assessment). Melalui penilaian internasional seperti ini kita bisa mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga

setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Implementasi terbatas pada tahun ajaran 2013/2014 telah mendapat tanggapan yang sangat positif dan masukan yang sangat berharga. Pengalaman tersebut dipergunakan semaksimal mungkin dalam menyiapkan buku untuk implementasi menyeluruh pada tahun ajaran 2014/2015 dan seterusnya. Walaupun demikian, sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Mohammad Nuh

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Penerbitan	ii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Petunjuk Penggunaan Buku	xii

Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam

Produk Teknologi.....	1
A. Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan	2
1. Migrasi Burung	3
2. Migrasi Salmon.....	4
3. Migrasi Penyu	4
4. Migrasi Lobster Duri	5
5. Magnet dalam Tubuh Bakteri.....	5
B. Teori Dasar Kemagnetan	7
1. Konsep Gaya Magnet.....	8
2. Teori Kemagnetan Bumi.....	22
3. Gaya Lorentz	24
4. Induksi Elektromagnetik.....	28
C. Kemagnetan dalam Produk Teknologi	36
1. MRI (<i>Magnetic Resonance Imaging</i>).....	37
2. Kereta Maglev	39
3. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.....	40

Bab 7 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

A. Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat	53
1. Materi Genetik.....	53
2. Struktur DNA dan RNA	55
3. Peranan Materi Genetik dalam Penentuan Sifat	57
B. Hukum Pewarisan Sifat	64
1. Persilangan Monohibrid (Satu Sifat Beda).....	65
2. Persilangan Dihibrid (Dua Sifat Beda).....	70
C. Pewarisan Sifat-Sifat pada Manusia.....	72
1. Warna Kulit	72
2. Bentuk Pertumbuhan Rambut pada Dahi.....	73
3. Tipe Perlekatan Cuping Telinga	74
4. Bentuk Rambut	74

D. Kelainan Sifat pada Manusia yang Diturunkan	75
1. Albino	76
2. Buta Warna.....	76
3. Hemofilia	77
4. Kanker.....	78
E. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan	
Makhluk Hidup.....	80
1. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Tumbuhan.....	80
2. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Hewan	82
Bab 8. Bioteknologi Pangan.....	93
A. Bioteknologi dan Manfaatnya dalam	
dalam Produksi Pangan	94
1. Pengertian Bioteknologi.....	95
2. Bioteknologi Konvensional	97
3. Bioteknologi Modern.....	105
B. Dampak Penerapan dan Pengembangan	
Bioteknologi.....	112
1. Bidang Lingkungan	112
2. Bidang Kesehatan	113
3. Bidang Sosial dan Ekonomi	114
Bab 9 Teknologi Ramah Lingkungan	123
A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan	126
B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan	130
1. Bidang Energi.....	131
2. Bidang Transportasi.....	141
3. Bidang Lingkungan	143
4. Bidang Industri.....	150
C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian	151
D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan.....	154
1. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi.....	154
2. Teknologi Pengolahan Batu Bara	157

Bab 10 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan.....	167
A. Peranan Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan.....	168
1. Peranan Tanah	171
2. Peran Organisme Tanah	174
B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah	183
1. Proses Pembentukan Tanah	183
2. Komponen Tanah	189
Daftar Rujukan.....	209
Glosarium	212
Index.....	224
Lampiran	226

Daftar Gambar

Gambar

6.1 Migrasi Burung	3
6.2 Migrasi Ikan Salmon	4
6.3 Penyu yang Bermigrasi	5
6.4 Lobster Duri Mengikuti Arah Perubahan Medan Magnet	6
6.5 Magnetosome pada Bakteri <i>Magnetospirillum magnetotacticum</i> saat dilihat dengan Menggunakan Mikroskop Elektron dengan Perbesaran Ribuan Kali	6
6.6 Magnet U dan Magnet Batang	8
6.7 Magnet Batang yang Diapungkan	9
6.8 Interaksi Dua Magnet. (a) Magnet Tidak Senama Tarik Menarik; (b) Magnet Senama Tolak-menolak	9
6.9 Magnet Elementer Penyusun Magnet, (a) Magnet Elementer Tersebar Acak, (b) Magnet Elementer Tersusun pada Arah Tertentu	10
6.10 (a) Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi, (b) Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi	13
6.11 Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Elektromagnetik	13
6.12 a) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet, (b) Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet	14
6.13 Menggosok Magnet	15
6.14 Induksi Magnet	15
6.15 Induksi Elektromagnet	15
6.16 (a) Skema Rangkaian Bel Listrik, (b) Bel Listrik	16
6.17 (a) Diagram Saklar Elektromagnetik (b) Saklar Elektromagnetik	17
6.18 Telepon Kawat	17
6.19 Menghilangkan Sifat Magnet dengan Cara (a) Memukul; (b) Memanaskan; dan (c) Meliliti Magnet dengan Arus AC	18
6.20 Menyelidiki Pola Medan Magnet	19
6.21 Pola Medan Magnet Batang	19
6.22 Kapal Laut disambar Petir	20
6.23 Percobaan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus	21
6.24 Arah Panah yang Mengelilingi Kawat Menunjukkan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus	22

6.25 Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus.....	22
6.26 Medan Magnet Bumi.....	23
6.27 Aurora Borealis.....	23
6.28 Rangkaian Percobaan Ayunan Lorentz.....	24
6.29 Cara Menentukan Arah Gaya Lorentz dengan Menggunakan Kaidah Tangan Kanan	26
6.30 Motor Listrik Sederhana	28
6.31 Rangkaian Percobaan Induksi Elektromagnetik.....	29
6.32 a) Generator AC, b) Generator DC.....	31
6.33 Dinamo AC/DC.....	31
6.34 Dinamo Sepeda	32
6.35 (a) Transformator Step Down, (b) Transformator Step Up.....	32
6.36 Transformator.....	34
6.37 MRI (Magnetic Resonance Imaging)	37
6.38 Cek Kesehatan dengan menggunakan MRI.....	38
6.39 Kereta Maglev	39
6.40 (a) Kereta Shinkansen Jepang, (b) Interior dalam Kereta Shinkansen saat Uji Coba.....	39
6.41 Reaktor Nuklir.....	40
7.1 Siswa-Siswi SMP.....	52
7.2 Gambaran Untaian Molekul DNA pada Suatu Sel	54
7.3 Kromosom dapat Terlihat pada Sel-sel Akar Bawang yang Mengalami Pembelahan.....	54
7.4 (a) Rosalind Franklin, (b) Foto DNA dari Hasil Diffraksi Sinar-X. ...	55
7.5 Struktur Molekul DNA (a) Struktur Heliks, (b) Struktur Kimia Parsial DNA	55
7.6 (a) Struktur Untai Tunggal Molekul RNA, (b) Struktur Kimia RNA.....	56
7.7 Tipe Perlekatan Cuping Telinga (a) Terpisah (Memiliki Gen GG atau Gg), (b) Melekat (Memiliki Gen gg).....	60
7.8 Kariotipe Perempuan dan Laki-laki, (a) Perempuan Memiliki Kariotipe 22AA + XX, (b) Laki-laki Memiliki Kariotipe 22AA + XY, (c) Kariotipe Sel Telur 22A + X, dan (d) Kariotipe Sel Sperma 22A + Y atau 22A + X. Kromosom yang terdapat dalam kotak merupakan gonosom atau kromosom kelamin yaitu X atau Y.....	62
7.9 Diagram Kromosom Perkawinan Laki-Laki dengan Perempuan	63
7.10 Gregor Mendel.....	64

7.11 Variasi pada Tanaman Kapri	65
7.12 Bagan Persilangan Monohibrid	66
7.13 Pemisahan Gen saat Pembentukan Gamet.....	68
7.14 Bagan Persilangan Dihibrid.....	71
7.15 Model Pewarisan Warna Kulit pada Manusia	73
7.16 Pertumbuhan Rambut pada Dahi (a) seperti Huruf "V" (Memiliki Gen WW atau Ww), (b) Melengkung (Memiliki Gen ww).....	74
7.17 Bentuk Rambut (a) Rambut Keriting, (b) Rambut Lurus, dan (c) Rambut Bergelombang/ Ikal.....	75
7.18 Anak yang Normal (Kiri) dan Albino (Kanan)	76
7.19 Tes Buta Warna.....	77
7.20 Luka pada Orang yang Menderita Hemofilia.....	77
7.21 Kanker Kulit yang Terus Berkembang.....	78
7.22 Padi Varietas IPB 4S.....	80
7.23 Jagung Varietas Bima-14 Batara	81
7.24 Ayam Plymouth Rock Putih	82
7.25 Teknik Tes DNA, (a) Pita DNA Hasil Elektroforesis, (b) Alat Elektroforesis, (c) Gel Agarose sebagai Medium dalam Elektroforesis	83
8.1 Ikan Hasil Budidaya dengan Memanfaatkan Rekayasa Genetika (atas) dan Ikan Hasil Budidaya Biasa.....	97
8.2 (a) Tape singkong, (b) Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	98
8.3 Perubahan Kimia yang Terjadi pada Pembuatan Tape	98
8.4 Makanan Olahan Yogurt	100
8.5 Jenis-Jenis Keju.....	100
8.6 (a) Tempe, (b) Jamur <i>Rhizopus oryzae</i>	101
8.7 Kecap.....	101
8.8 Berbagai Jenis Roti.....	102
8.9 Bakteri <i>Thiobacillus ferrooxidans</i>	105
8.10 Foto Pembersihan Polutan yang Dibantu oleh Bakteri Melalui Proses Bioremediasi (a) Foto Sebelum Bioremediasi, (b) Foto Setelah Bioremediasi	105
8.11 Perbandingan Jagung Tahan Hama dan Jagung Biasa.....	106
8.12 Teknik Rekayasa Genetika pada Tanaman dengan Bantuan Bakteri <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	108
8.13 Perbandingan Beras Normal (Putih) dan Golden Rice (Kuning).....	108
8.14 Proses Kloning Domba.....	110

8.15 (a) Tanaman Brokoli, (b) Tanaman Kol, (c) Tanaman Broccoflower.....	111
8.16 Peneliti sedang Mengamati Monokultur Jagung Transgenik	113
8.17 Demonstrasi Warga Menolak Tanaman Transgenik yang dikembangkan oleh Mosanto	114
9.1 (a) Kereta Uap di Indonesia, (b) Penemu Mesin Uap Pertama, James Watt.....	124
9.2 Pengeboran Minyak Bumi.....	125
9.3 (a) Bus, (b) Mobil Tenaga Surya.....	127
9.4 Skema Pembuatan Biogas.....	132
9.5 Panel Surya	132
9.6 (a) Skema Pembangkit Listrik Sederhana Tenaga Air, (b) Pembangkit Listrik yang Telah diterapkan di Masyarakat.....	134
9.7 Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut	135
9.8 (a) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Daratan, (b) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Lautan.....	136
9.9 Aplikasi Geotermal dalam Skala Rumah	138
9.10 Skema Hydrogen Power	139
9.11 Alat Transportasi Berbahan Bakar Hidrogen, (a) Mobil Hidrogen, (b) Pesawat Hidrogen, (c) Sepeda Hidrogen.....	141
9.12 Bus Surya.....	142
9.13 (a) Mobil Listrik Pertama Produksi Thomas Parker Tahun 1884, (b) Mobil Listrik Produksi ITS	143
9.14 Teknologi Biopori untuk Penampungan Air Hujan serta Pemanfaatannya untuk Pembuatan Kompos.....	144
9.15 Tanaman Eceng Gondok, Salah Satu Tanaman untuk Fitoremediasi.....	145
9.16 Skema Teknologi Pemurnian Air Sederhana.....	147
9.17 Set Percobaan Osmosis	148
9.18 Skema Set Percobaan Osmosis Balik.....	149
9.19 Teknologi Osmosis Balik Skala Industri.....	150
9.20 Teknologi BiopulpingMenguraikan Limbah Secara Alami dengan Mikroorganisme.....	151
9.21 Rancangan Rumah yang Hemat Energi.....	152
9.22 Alat Penyulingan Minyak Bumi.....	155
9.23 Tambang Pasir Minyak di Kanada	156
9.24 Burung yang Terkena Limbah Minyak.....	157
9.25 Industri Batubara di Indonesia.....	157

9.26 (a) Skema dan (b) Foto Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Tenaga Batubara	159
10.1 Posisi Gelas dalam Tanah	170
10.2 Pohon Jeruk	171
10.3 Anak Bermain Sepak Bola di Lapangan	172
10.4 Penambangan Emas	173
10.5 Cacing Tanah	174
10.6 Pembentukan Tanah Menjadi Bola.....	176
10.7 (a) Pembentukan Tanah Menjadi Pilinan; (b) Pilinan Tanah.....	177
10.8 Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan Ukuran Partikel	177
10.9 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan: (a) Pasir (b) Lempung (c) Botol Plastik Bekas	179
10.10 Memotong Botol Plastik.....	180
10.11 Melubangi Botol Plastik pada Bagian Atas	180
10.12 Memberikan Air pada Masing-Masing Botol	181
10.13 Lapisan-Lapisan Tanah	184
10.14 Pola Pemotongan Botol untuk Menanam	185
10.15 Botol Tempat Menanam; (a) Botol yang Terdapat Tumbuhan (b) Botol yang Tidak Terdapat Tumbuhan	186
10.16 Posisi Miring Botol	186
10.17 (a) Menyiram Kedua Botol dengan Air dalam Volume yang Sama (b) Air yang Tertampung pada Botol Penampung.....	187
10.18 Penampakan Tanah yang Digali	189
10.19 Rongga Udara di antara Partikel.....	191
10.20 Humus.....	192

Petunjuk Penggunaan Buku

Sebelum kamu menggunakan buku ini, kamu perlu membaca bagian petunjuk ini. Mengapa diperlukan? Ibarat kamu bermain di tempat wisata, kamu tentunya ingin memanfaatkan fasilitas yang ada di tempat wisata tersebut bukan? Tentunya, agar tujuan tersebut tercapai kamu akan membaca peta dimana fasilitas itu berada. Begitu juga dengan buku ini. Jika kamu ingin memperoleh manfaat yang maksimal dari buku ini tentu merupakan tindakan yang bijak jika kamu benar-benar memperhatikan dan memahami bagian petunjuk penggunaan buku ini. Selamat mempelajari!

Bagian ini merupakan awal dari setiap bab, berisi judul bab serta hal-hal yang ada di lingkungan yang terkait materi yang akan dipelajari.

Pada bagian awal setiap bab kamu akan diajak untuk memikirkan ciptaan dan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, agar kamu dapat meningkatkan keimanan, ketaqwaan, dan hal-hal di lingkungan yang berkaitan dengan materi agar kamu tertarik untuk mempelajari materi yang akan disajikan.



Maha besar Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah menciptakan dunia dan seisinya. Dunia terdiri atas kurang lebih 30% daratan dan 70% lautan. Sekalipun daratan lebih sedikit dibandingkan dengan luas lautan tetapi daratan memiliki peran yang luar biasa bagi kehidupan di bumi. Daratan terdiri atas lapisan-lapisan yang setiap lapisnya tersusun atas komponen yang berbeda. Lapisan paling luar yang dekat dengan kita adalah tanah.

Tanah merupakan komponen penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Tumbuhan memperoleh air dan nutrisi dari tanah, kemudian mengolahnya sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme yang lainnya termasuk kita. Begitu penting peran tanah bagi kehidupan. Coba kita bayangkan, jika tidak ada daratan, dimanakah makhluk hidup akan tinggal? Siapakah yang akan menguraikan sampah yang ada di bumi jika tidak ada organisme tanah? Selanjutnya apa saja lapisan tanah yang ada di bumi kita ini? Apa saja komponennya? Ayo kita pelajari materi ini dengan seksama.

Ayo, Kita Pelajari

- Peranan Tanah
- Peran organisme tanah
- Tekstur tanah
- Struktur tanah

Istilah Penting

- Dekomposer
- Dekomposisi
- Mikroorganisme
- Humus

Mengapa Penting?

Membantu kamu memahami upaya menjaga kelestarian tanah agar tanah disekitarmu tetap subur.

Fitur ini memberikan gambaran pada kamu apa yang harus dikuasai setelah mempelajari bab yang berkaitan.

Fitur ini memberikan informasi istilah-istilah penting yang menjadi pokok pembahasan pada materi yang akan dipelajari.

Fitur ini memberikan landasan pentingnya mempelajari materi yang akan dipelajari.

Ayo, Kita Lakukan
Aktivitas 10.1 Peran Tanah bagi kehidupan

Apa yang kamu perlukan?

- Alat tulis dan Buku tulis
- Alat pelubang tanah/cetok
- Lup/kaca pembesar
- Kertas putih/ HVS
- Tali rafia
- Gelas bekas air mineral 330 mL
- Air 100 mL
- Deterjen/sabun cair 1 sendok teh
- Gula Pasir 4 sendok teh
- Alkohol 70 % 1 sendok makan
- Tusuk gigi 4 buah

Fitur ini memberikan panduan percobaan sederhana atau aktivitas untuk membantu kamu dalam memahami prinsip atau konsep. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Fitur ini memberikan pengetahuan tambahan yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. Banyak hal-hal unik dan menarik yang disajikan dalam fitur ini.



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bahwa ion-ion juga dapat digunakan untuk membunuh virus serta bakteri? Pernahkah kamu mendengar Air Conditioner (AC) Plasma Cluster? Alat ini merupakan salah satu pendingin ruangan yang juga dapat menghasilkan ion-ion, diantaranya ion H^+ dan ion O^+ . Berdasarkan hasil penelitian oleh ilmuwan Jepang ion-ion tersebut dapat membunuh bakteri *E. coli*, *Micrococcus pyogenes* dan virus Influenza. Mekanisme dari proses membunuh bakteri dan virus ini yaitu melalui reaksi dari dua buah ion O^+ dan dua buah ion H^+ . Ion ini akan bereaksi menghasilkan senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) pada lapisan luar sel bakteri maupun pada permukaan virus. Hidrogen peroksida ini memiliki energi potensial yang tinggi dan mampu merusak dinding sel bakteri dan selubung protein virus, akibatnya virus dan bakteri akan mati.



Ayo, Kita Pikirkan

Bagaimanakah nutrisi bagi tanaman dapat berada di dalam tanah?

Fitur ini berisi pertanyaan yang menantang terkait materi yang dipelajari. Fitur ini juga dapat melatih kemampuan kamu dalam berpikir dan dapat memotivasi kamu untuk dapat mencari jawabannya.



Ayo, Kita Diskusikan

Organisme tanah merupakan faktor penting yang harus ada di dalam tanah. Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, adakah tanah di permukaan bumi yang tidak mengandung organisme tanah? Apakah organisme tanah bisa musnah dan punah? Bagaimana cara menjaga agar organisme tanah tetap lestari?

Fitur ini berisi suatu masalah yang berkaitan dengan konsep yang perlu untuk dipecahkan melalui kelompok. Fitur ini dapat melatih kamu dalam mengungkapkan pendapat atau berkomunikasi dan memecahkan masalah.



Ayo, Kita Selesaikan

Ketika ada seorang laki-laki pembawa (memiliki genotip Aa) menikah dengan seorang perempuan yang juga pembawa (memiliki genotip Aa). Bagaimanakah kemungkinan anaknya?

Fitur ini berisi soal-soal atau pertanyaan untuk mengetahui tingkat pemahaman kamu terhadap sebagian kecil materi yang telah dipelajari.



Ayo, Kita Pahami

Erosi tanah atau berpindahnya sebagian lapisan tanah merupakan salah satu bencana alam yang pada umumnya disebabkan oleh ulah manusia. Erosi tanah yang terjadi di Indonesia biasanya akibat derasnya arus air yang melewati suatu kawasan bertanah. Erosi tanah mengikis lapisan tanah teratas yang subur dan banyak dihuni oleh organisme tanah. Dengan demikian yang tersisa adalah tanah yang kurang subur dan kualitas tanah menjadi kurang baik. Agar tanah terhindar dari bahaya erosi upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengadakan reboisasi atau penanaman kembali tanah yang gundul dan tanah yang banyak dilewati arus air. Selain itu dengan menerapkan terasering maka dapat menjaga hilangnya tanah akibat aliran air pada lahan-lahan yang miring.

Fitur ini berisi uraian singkat konsep penting yang terkait dengan materi yang dipelajari.



Ayo, Kita Cari Tahu

Setelah mengetahui betapa pentingnya peranan tanah bagi kelangsungan hidup organisme, coba cari tahu aktivitas apa yang dapat kita lakukan untuk menjaga tanah agar tetap lestari dan dapat menjalankan perannya dengan baik? Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu untuk membantumu.

Fitur ini berisi tugas atau permasalahan yang perlu untuk dicari jawabannya atau untuk mencari pengetahuan tambahan terkait materi yang dipelajari



Ayo, Kita Renungkan

Setelah kita belajar tentang tanah kita menjadi tahu bahwa tanah yang kita injak setiap hari merupakan tempat tinggal milyaran makhluk hidup yang sangat berperan dalam menjaga kelangsungan hidup di bumi. Makhluk hidup yang tak tampak oleh penglihatan kita bukanlah makhluk hidup yang tidak berguna, justru organisme itulah yang membantu menyediakan nutrisi untuk tumbuh-tumbuhan. Kita sebagai manusia hendaknya dapat bersikap bijak dalam menjaga tanah sebagai tempat hidup makhluk di bumi. Sudah menjadi tugas kita menjaga kelestarian tanah dengan mengolah tanah dengan baik, menjaga tanah agar tidak terkena erosi, tidak mencemari tanah dengan sampah-sampah yang mengganggu kehidupan organisme dalam tanah.

Kita juga patut bersyukur kepada Tuhan karena telah memberikan anugerah tempat tinggal di bumi yang begitu subur, maka sudah sepatutnya kita dapat hidup selaras dengan makhluk hidup lainnya di bumi. Marilah kita menjaga tanah tempat tinggal kita agar mekanisme kehidupan tetap berjalan dengan baik dan semua makhluk hidup dapat menjalankan perannya masing-masing dengan seimbang.

Rangkuman

- Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat beberapa organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia serta penyedia air di bumi.
- Organisme tanah berperan sebagai pengurai bahan-bahan organik, mengatur kegemburan, tekstur tanah dan kesuburan tanah.
- Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran partikel yang menyusun tanah. Tekstur tanah juga merupakan ukuran proporsi relatif berbagai ukuran partikel yang menyusun suatu tanah.
- Tanah memiliki ukuran partikel yang berbeda-beda, oleh karena itu kita mengelompokkan tanah menjadi beberapa jenis tanah seperti tanah lempung, tanah liat dan pasir, ataupun tanah campuran dari ketiganya.
- Tanah adalah bagian permukaan bumi yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan mikroorganisme. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan secara biologis, fisika dan kimiawi.
- Komponen tanah berupa batuan, udara, air, humus, mineral dan komponen organik.
- Berdasarkan ukuran partikelnya, tekstur tanah dibedakan menjadi tiga yaitu: tanah lempung, tanah liat dan pasir.
- Tanah tersusun atas lapisan-lapisan tanah yaitu horizon A yang paling atas yang paling banyak terdapat banyak zat organik, horizon B, dan horizon C.
- Tanah dapat kehilangan kandungan mineral dan nutrisi akibat beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir.
- Upaya untuk menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisinya diantaranya adalah dengan reboisasi dan terasering.

Fitur ini berisi ringkasan materi dari bab yang telah dipelajari. Kamu dapat mereview keseluruhan materi yang telah dipelajari melalui fitur ini.

Fitur ini berisi hal-hal yang berhubungan dengan kebesaran Tuhan dan hal-hal yang perlu untuk hayati dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.



Fitur ini menjelaskan alur pemikiran bab yang telah dipelajari. Fitur ini dapat membantu kalian untuk melihat hubungan konsep-konsep yang telah dipelajari. Serta dapat dijadikan panduan tentang konsep penting mana yang belum dipahami.

Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

- Berikut ini yang bukan merupakan peran tanah bagi kehidupan adalah....
 - penyedia air dan mineral
 - menjaga suhu bumi
 - tempat hidup organisme tanah
 - menyediakan nutrisi bagi tumbuhan
- Salah satu peran organisme tanah adalah mengatur kegemburan tanah. Nina melakukan pengamatan pada beberapa jenis tanah dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Asal Tanah	Jenis Tanah
Lokasi A	Tanah pasir
Lokasi B	Tanah lempung
Lokasi C	Tanah liat
Lokasi D	Tanah lempung berpasir

Menurut pendapatmu lokasi tanah yang terdapat organisme tanahnya adalah....

- lokasi A dan B
- lokasi A dan D
- lokasi C dan D
- lokasi B dan D

Fitur ini berisi soal-soal untuk mengevaluasi pemahaman dan penerapan konsep dalam satu bab yang telah dipelajari.

Fitur ini berisi petunjuk aktifitas agar kamu dapat mengaplikasikan konsep-konsep dan memecahkan suatu permasalahan. Aktivitas ini dapat dilakukan secara berkelompok di bawah bimbingan guru.

Info Tokoh

Abad Ke-9

Beni Musa

Pengarang buku Al-Hisab (buku alat hitung) yang berisikan, ran macam mesin seperti pengali tangki air otomatis, kincir air dan sistem kanal bawah tanah (sistem yang terkenal Belanda), teknik pengalihan sungai, tanggul, tanggul, teknik survei dan pembuatan tanggul bawah tanah.

1803-1873

Justus von Liebig

Ahli kimia berkebangsaan Jerman menyatakan bahwa dengan menganalisis bagian-bagian tanaman, ia dapat memformulasikan unsur-unsur hara di dalam pupuk yang dapat ditambahkan ke dalam tanah pada periode tanam berikutnya.

1844-1903

V.V. Dokuchaev

Fitur ini memberikan wawasan tentang para ilmuwan terdahulu yang telah berjasa dalam menyumbangkan ilmu pengetahuan terkait materi yang dibahas sekaligus sebagai motivasi bagi kamu untuk memperdalam ilmu.

Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Aktivitas 9.3 Mengenal Lapisan Tanah yang Baik untuk Tumbuhan

Kamu sudah mempelajari berbagai jenis tanah dan apa saja komponen tanah. Pernahkah kamu berpikir bagaimana komposisi tanah yang baik untuk tumbuhan agar tetap subur? Bagaimanakah lapisan tanah yang sesuai untuk tumbuhan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut lakukan aktivitas berikut.

Apa yang kamu perlukan?

- Tanah lempung, tanah liat, tanah pasir
- Botol bekas air mineral besar
- Skop
- Tumbuhan
- Gunting
- Spidol
- Kertas manila

Apa yang harus kamu lakukan?

- Bagilah kelasmu menjadi berapa kelompok, kemudian bekerjalah dengan kelompokmu.
- Potonglah bagian atas botol plastik dengan menggunakan gunting sehingga kamu mendapatkan bentuk seperti gelas.
- Buatlah lapisan-lapisan dengan macam-macam tanah yang kamu telah kamu bawa.

Glosarium

A

AC (Alternating Current) Arus listrik bolak-balik
Acetobacter xylinum Bakteri yang berperan dalam pembuatan nata de coco.
ACCU Lihat akumulator
AIDS (acquired immune deficiency syndrome) Penyakit yang disebabkan oleh virus HIV dan menyerang imunitas tubuh
Akrosom Bagian kepala dari sperma mengandung zat kimia, berupa enzim lisosom
Akumulator Sumber arus listrik yang merubah energi kimia menjadi energi listrik
Alala Bentuk alternatif dari suatu gen
Allium cepa Nama ilmiah bawang merah
Alzheimer Penyakit yang menyebabkan menurunnya daya ingat
Anemokori Proses pemencaran biji dengan bantuan angin
Anoda Kutub positif
Antropokori Proses pemencaran biji dengan bantuan manusia
Arus listrik Aliran muatan listrik yang diakibatkan oleh pergerakan elektron
Aseksual Cara reproduksi tak kawin
Asortasi Pemilihan pasangan gen secara acak
Aspergillus oryzae Kapang (jamur) yang berperan dalam pembuatan minuman beralkohol
Aspergillus wentii Kapang (jamur) yang berperan dalam pembuatan kecap kacang kedelai
Atom Partikel terkecil penyusun suatu materi
Aurora Fenomena alam pada lapisan ionosfer yang terjadi akibat ionisasi elektron dari partikel-partikel yang menabrak atmosfer bumi.
Awan elektron Daerah kemungkinan ditemukannya elektron.

Glosarium ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan istilah-istilah penting yang ada dalam buku dan tersusun menurut abjad.

Indeks

A

AC (alternating current) 273
 Adaptasi 112
 Adaptasi fisik 112
 Adaptasi tingkah laku 115
 AIDS 38
 Air 482
 Air Bersih 145
 Air Conditioner 156
 Anafase 4
 Anemogami 71
 Anemokori 78
 Angiospermae 55, 56, 66, 81, 82, 83, 84, 85, 91, 119
 Anion 196
 Antera 83
 Anteridium 89
 Antropogami 73
 Antropokori 79
 Arkegonium 89
 Arus Listrik 255

B

Baja 210
 Baja Ringan 211
 Batuan 480
 Beda Potensial 238
 Belut Listrik 253
 Biji Kelor 152
 Biolistrik 241
 Biopori 433
 Biopulping 440
 BPA 210
 Bryophyta 55, 120

Bulbouretra 9

C

Cairan ketuban 31
 Cangkak 64

D

Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk 139
 Daun buah 56
 DC (direct current) 273
 Dekomposer 464
 Dinamika Populasi Manusia 133
 Dormansi 80

E

Echidnas 253
 E. coli 202
 Electrocardiograph (ECG) 283
 Electroencephalogram (EEG) 283
 Elektron 182
 Embrio 19
 Endometrium 20
 Energi listrik 238
 Entomogami 71
 Epididimis 9, 11

F

Fase menstruasi 23, 25, 27
 Fase ovulasi 24, 25, 27
 Fase proliferasi 23

Indeks ini terdapat pada akhir buku, berisi penjelasan daftar kata atau istilah penting yang terdapat dalam buku dan tersusun menurut abjad, yang memberikan informasi mengenai halaman kata atau istilah tersebut ditemukan. Dengan menggunakan indeks kamu dapat menemukan penjelasan suatu konsep dalam buku secara cepat.

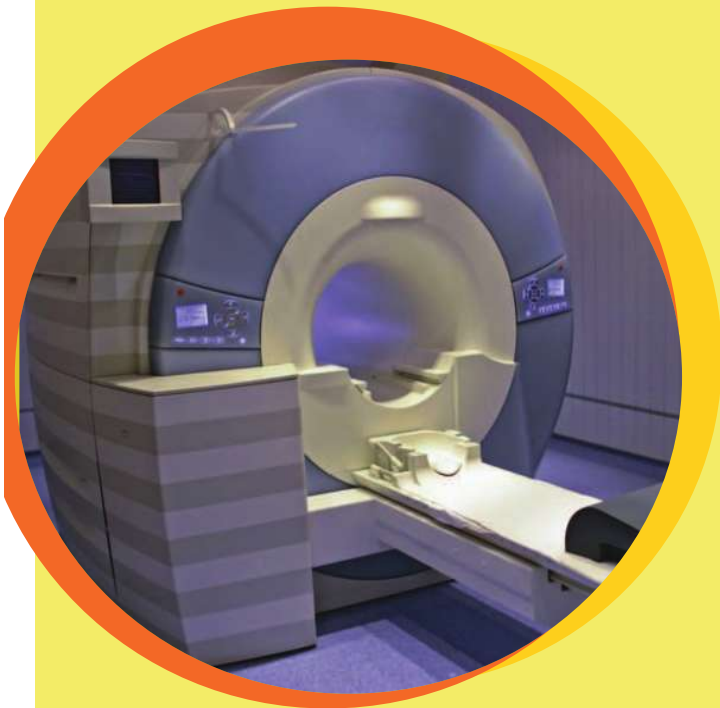
Motivasi Untuk Anda

*A*nanda, pendidikan merupakan hal yang penting dalam perkembangan suatu bangsa. Setelah terjadi pengeboman di Hiroshima dan Nagasaki pada tahun 1945, tahukah ananda apa hal pertama yang dipertanyakan oleh Perdana Menteri Jepang pada saat itu? Pertanyaan pertama adalah berapa jumlah guru yang tersisa. Sadarkah ananda bahwa setelah pengeboman tersebut, bangsa Jepang dengan cepat memperbaiki segala kerusakan dan terus berkembang dan saat ini Jepang salah satu negara maju dan mampu menciptakan berbagai teknologi yang sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia. Menurut ananda kenapa Perdana Menteri Jepang menanyakan mengenai jumlah guru? Guru memiliki peran penting dalam hal perbaikan bangsa melalui pendidikan.



Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Sebagai pelajar menurut ananda seberapa besar peranan ananda dalam pendidikan? Ananda merupakan aktor dalam proses pendidikan. Ananda memiliki peranan yang penting dalam pendidikan yang tentunya juga berperan penting dalam perkembangan dan kemajuan bangsa Indonesia. Kenapa belajar itu penting? Karena dengan belajar ananda akan banyak mendapatkan pengetahuan dan ilmu baru, serta akan mendapat banyak pengalaman yang akan menambah keterampilan ananda. Lalu, jika ananda memiliki banyak pengetahuan, ilmu, dan keterampilan bagaimana selanjutnya? Ananda akan lebih mampu mengembangkan diri, mampu menciptakan inovasi-inovasi, dan tentunya ananda akan ikut berjuang dalam rangka membangun bangsa Indonesia yang maju dan sejahtera! **Selamat Belajar dan Berjuang Ananda!**

Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi



Pernahkah kamu melihat hewan-hewan yang sedang bergerak untuk mencari mangsa atau bermigrasi? Seolah-olah hewan tersebut telah mengetahui arah gerakannya bukan? Apakah kamu mengetahui cara hewan mencari mangsa atau bermigrasi? Di antara cara hewan tersebut mencari mangsa atau bermigrasi salah satunya dengan menggunakan prinsip kemagnetan. Jika selama ini kamu hanya mengetahui fungsi magnet untuk produk-produk rumah tangga, ternyata magnet juga ada di dalam tubuh makhluk hidup sebagai alat navigasi. Penggunaan magnet dan sifat kemagnetan di dalam tubuh hewan atau manusia dikenal sebagai biomagnetisme. Lebih jelasnya, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Setiap wilayah di belahan bumi mengalami perubahan musim setiap tahunnya. Masih ingatkah kamu apa yang menyebabkan perubahan musim dan dampaknya bagi kehidupan di bumi? Coba buka kembali buku siswa IPA kelas VIII Bab 11.

Perubahan musim di bumi berdampak pada kehidupan makhluk hidup, termasuk di antaranya hewan. Hewan yang hidup di darat, air, dan udara melakukan perpindahan tempat pada musim tertentu untuk mempertahankan kehidupannya. Perpindahan tempat yang dimaksud dikenal dengan migrasi. Migrasi dilakukan hewan melalui jalur yang hampir sama pada tiap tahunnya. Beberapa hewan yang sering melakukan migrasi adalah burung, salmon, dan ikan paus. Pernahkah kamu memikirkan cara hewan melakukan migrasi? Mengapa pada saat migrasi, hewan tidak salah arah atau tersesat? Hewan-hewan tersebut tidak memiliki alat penyearah GPS (*Global Positioning System*) seperti yang sering digunakan masyarakat saat ini. Sungguh besar kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah menciptakan makhluk hidup dengan segala kelebihanannya sehingga setiap makhluk hidup dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya.

A. Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan

Ayo, Kita Pelajari



- Kemagnetan dalam tubuh hewan
- Migrasi Hewan



Istilah Penting

- Biomagnetik
- Navigasi
- Migrasi

Mengapa Penting?



Setelah kamu mempelajari bab ini, kamu akan memahami konsep dan penerapan magnet dalam produk teknologi, serta mengetahui bahwa magnet merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan makhluk hidup

Kehidupan makhluk hidup di bumi dipengaruhi oleh medan magnet bumi. Medan magnet bumi adalah daerah di sekitar bumi yang masih dipengaruhi oleh gaya tarik bumi. Sebagian besar hewan memanfaatkan medan magnet bumi untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Medan magnet bumi berada di sekitar bumi, dapat mempengaruhi batang magnet yang diletakkan bebas di sekitar

permukaan bumi. Tahukah kamu, mengapa di utara bumi ada kutub selatan magnet bumi dan di selatan bumi ada kutub utara magnet bumi? Cobalah cari jawabannya dengan membuka kembali Buku Siswa IPA kelas VIII Bab 11.

Hewan mampu mendeteksi medan magnet bumi karena di dalam tubuh hewan terdapat magnet. Fenomena tersebut dinamakan biomagnetik. Selain itu, medan magnet bumi dapat membantu hewan dalam menentukan arah migrasi, mempermudah upaya mencari mangsa, atau menghindari musuh. Tahukah kamu hewan apa saja yang melakukan migrasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi? Cermati gambar dan uraian berikut yang menunjukkan beberapa hewan yang melakukan migrasi di bumi.

1. Migrasi Burung

Beberapa jenis burung, misal burung elang dan burung layang-layang, melakukan migrasi pada tiap musim tertentu. Burung tersebut menggunakan partikel magnetik yang ada pada tubuhnya untuk menciptakan “peta” navigasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi.



Sumber: blog.sap.com

Gambar 6.1 Migrasi Burung

Pemanfaatan medan magnet bumi juga digunakan burung merpati pos. Pada zaman dahulu, burung merpati sering dimanfaatkan sebagai kurir surat. Bagaimanakah cara merpati untuk mengetahui jalan pulang? Ternyata merpati memanfaatkan medan magnet bumi sebagai penunjuk arah pulang. Hal ini ditunjukkan hasil penelitian Comel pada tahun 1974 yang memasang magnet di kepala burung merpati. Ternyata, setelah dipasang magnet pada kepalanya, burung merpati

tiba-tiba kehilangan arah dan tidak mengetahui jalan pulang. Mengapa pemasangan magnet pada kepala burung menyebabkan burung tersesat? Diskusikan hal ini dengan temanmu atau cari jawabannya pada berbagai sumber yang dapat kamu peroleh!

2. Migrasi Salmon

Salmon memiliki kemampuan untuk kembali ke aliran sungai air tawar tempat awal mereka menetas dan tumbuh setelah berenang ribuan mil mengarungi lautan. Penelitian dilakukan terhadap ikan salmon yang melewati Sungai Fraser di Canada dan kembali ke Sungai Fraser lagi setelah dua tahun bermigrasi mengarungi Samudra Pasifik. Hal ini dikarenakan sungai Fraser memiliki medan magnet tertentu yang dapat dideteksi oleh ikan salmon.



Sumber: imgkid.com

Gambar 6.2 Migrasi Ikan Salmon

3. Migrasi Penyu

Penyu memulai dan mengakhiri migrasi di Pantai Timur Florida Amerika Serikat. Jalur migrasi sepanjang 12.900 km melewati Laut Sargasso, wilayah perairan Laut Atlantik Utara. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali migrasi antara 5-10 tahun. Tidak seperti migrasi hewan lain yang umumnya dilakukan secara berkelompok, penyu bermigrasi sendiri tanpa mengikuti penyu lain.

Seorang peneliti yang bernama Kenneth Lohmann dari Universitas Carolina Utara mempelajari tingkah laku tukik atau penyu saat dihadapkan dengan medan magnet yang berbeda-beda. Peneliti tersebut meletakkan penyu ke dalam sebuah wadah air yang dikelilingi

alat yang dapat menimbulkan medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan disesuaikan dengan medan magnet jalur migrasi penyu, yaitu wilayah Florida utara, wilayah timur laut dekat Portugal. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyu mengikuti jalur migrasi yang diberikan.



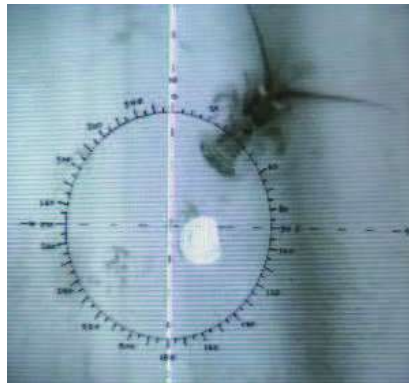
Sumber: www.costarica-scuba.com

Gambar 6.3 Penyu yang Bermigrasi

Ketika penyu mendeteksi medan magnet yang mirip dengan medan magnet wilayah dekat Portugal, penyu akan berenang menuju selatan ke arah Portugal. Pergerakan penyu dalam mengikuti jalur medan magnet bertujuan untuk menjaga penyu agar tetap berada di lautan yang hangat dan wilayah yang kaya akan sumber makanan.

4. Migrasi Lobster Duri

Peneliti Kenneth Lohmann juga mengobservasi kemampuan lobster duri untuk mendeteksi medan magnet dengan cara meletakkan lobster duri ke dalam bak air yang dapat diatur medan magnetnya. Setiap kali medan magnet diubah, lobster duri akan menyesuaikan diri untuk tetap bergerak menuju arah kutub utara. Hasil dari observasi tersebut membuktikan bahwa lobster duri mampu merasakan medan magnet bumi untuk memandu migrasi yang dilakukan dari lepas pantai Florida menuju lautan lepas yang lebih hangat dan tenang di setiap akhir musim gugur.

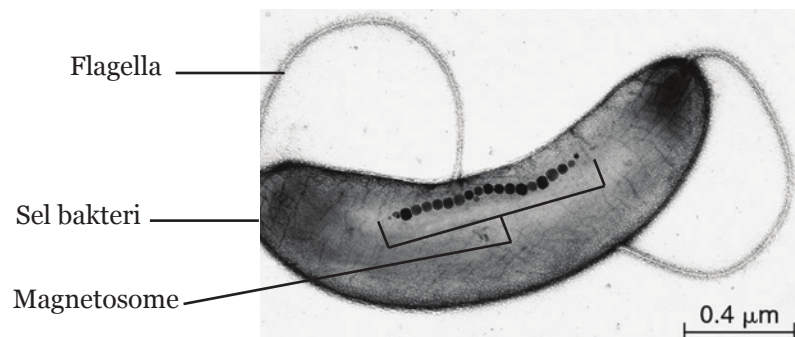


Sumber: National Geographic Channel

Gambar 6.4 Lobster Duri Mengikuti Arah Perubahan Medan Magnet

5. Magnet dalam Tubuh Bakteri

Tahukah kamu, bahwa dalam tubuh bakteri yang disebut dengan bakteri *Magnetotactic bacteria* (MTB) terdapat organel (komponen) khusus yang disebut **magnetosome**? *Magnetotactic bacteria* merupakan kelompok bakteri yang mampu melakukan navigasi dan bermigrasi dengan memanfaatkan medan magnet. Beberapa jenis bakteri ini memiliki flagela yang berfungsi sebagai pendorong.



Sumber: biology-forums.com

Gambar 6.5 Magnetosome pada Bakteri *Magnetospirillum magnetotacticum* Saat dilihat dengan Menggunakan Mikroskop Elektron dengan Perbesaran Ribuan Kali

Jenis bakteri ini ditemukan pertama kali oleh Richard P. Blakemore pada tahun 1975. Magnetosome tersusun atas senyawa *magnetite* (Fe_3O_4) atau *greigite* (Fe_3S_4) yang memiliki sifat kemagnetan jauh lebih kuat dibandingkan dengan magnet sintetis atau yang dibuat oleh manusia. Magnetosome dan senyawa yang terkandung di dalamnya masih terus diteliti dan diduga memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam bidang kesehatan.



Ayo, Kita Diskusikan

Hewan lain yang memanfaatkan medan magnet bumi untuk melakukan migrasi adalah paus. Sayangnya, migrasi yang dilakukan oleh paus tidak seberuntung hewan lain, karena dalam perjalanannya banyak kawanan paus yang tersesat. Kamu mungkin pernah melihat berita di TV atau koran tentang paus yang terdampar, seperti yang pernah terjadi di perairan Beting Ujung, Muara Gembong, Bekasi, Jawa Barat (Kompas, 29 Juli 2012) atau di pantai Desa Tambala, Kecamatan Tombariri, Minahasa Sulawesi Utara (Tribun Manado, 14 Februari 2014). Tahukah kamu, mengapa paus tersebut dapat terdampar? Carilah jawabannya dengan berdiskusi dan gunakan beberapa sumber untuk memperoleh jawaban yang lengkap.

B. Teori Dasar Kemagnetan

Ayo, Kita Pelajari



- Gaya magnet
- Cara membuat magnet
- Kemagnetan bumi
- Gaya Lorentz
- Induksi elektromagnetik



Istilah Penting

- Gaya magnet
- Magnet elementer
- Kutub magnet
- Feromagnetik
- Diamagnetik
- Paramagnetik
- Elektromagnetik

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami konsep medan magnet dan induksi elektromagnetik serta mengetahui peralatan di sekitar kita yang memanfaatkan magnet.

Jika hewan mampu mendeteksi medan magnet bumi, bagaimana dengan manusia? Apakah kamu dapat merasakan tarikan magnet bumi? Manusia tidak dapat mendeteksi keberadaan magnet bumi. Manusia membutuhkan bantuan alat seperti kompas, untuk mengetahui arah utara selatan atau keberadaan kutub utara dan kutub selatan magnet bumi. Kita sering menggunakan magnet dalam kehidupan sehari-hari. Tahukah kamu, apa saja jenis magnet yang ada selain magnet bumi dan peralatan apa saja dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan magnet?

Perkembangan peradaban manusia tidak terlepas dari penemuan magnet. Mulai dari speaker, telepon, televisi, bel rumah, dan berbagai peralatan yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari banyak memanfaatkan magnet sebagai komponen utamanya. Akan tetapi tahukah kamu apa yang dimaksud dengan magnet? Dari manakah magnet berasal? Dapatkah sifat kemagnetan suatu bahan menghilang? Atau, dapatkah kita membuat magnet? Agar dapat menjawab semua permasalahan tersebut, mari pelajari materi selanjutnya dengan penuh semangat!

1. Konsep Gaya Magnet

Istilah magnet sering kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari, bahkan kamu juga sering menggunakan magnet. Menurut kamu apa yang disebut dengan magnet? Kata magnet berasal dari bahasa Yunani *magnítis líthos* yang berarti batu Magnesian. Magnesia adalah nama sebuah wilayah di Yunani pada masa lalu yang kini bernama Manisa (sekarang berada di wilayah Turki). Di wilayah tersebut terkandung batu magnet yang ditemukan sejak zaman dulu.

Magnet terbuat dari logam seperti besi dan baja. Magnet memiliki berbagai bentuk dan dinamakan sesuai bentuknya, seperti yang bisa kamu lihat pada Gambar 6.6.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.6 Magnet U dan Magnet Batang

Penentuan kutub magnet batang dapat dilakukan dengan percobaan sederhana. Letakkan magnet batang di atas gabus lalu apungkan di permukaan air, maka ujung magnet yang menunjuk ke arah utara adalah kutub utara magnet, dan ujung magnet yang menunjuk arah selatan adalah kutub selatan magnet, seperti pada Gambar 6.7.

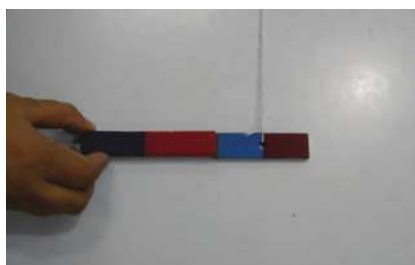


Sumber: Dokumen Kemdikbud

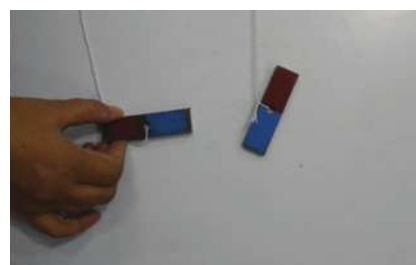
Gambar 6.7 Magnet Batang yang Diapungkan

Tahukah kamu mengapa demikian? Selanjutnya coba kamu dekatkan ujung 2 buah magnet. Ulangi kegiatanmu dengan mendekatkan ujung lain 2 magnet tersebut. Selanjutnya amati apa yang terjadi pada kedua ujung magnet tersebut. Lakukan hal ini berulang-ulang. Dapatkah kamu membuat kesimpulannya?

Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik. Kutub-kutub ini selalu ada pada setiap magnet walaupun magnet tersebut dipotong menjadi potongan magnet kecil. Perhatikan Gambar 6.8 tentang interaksi dua magnet!



(a)



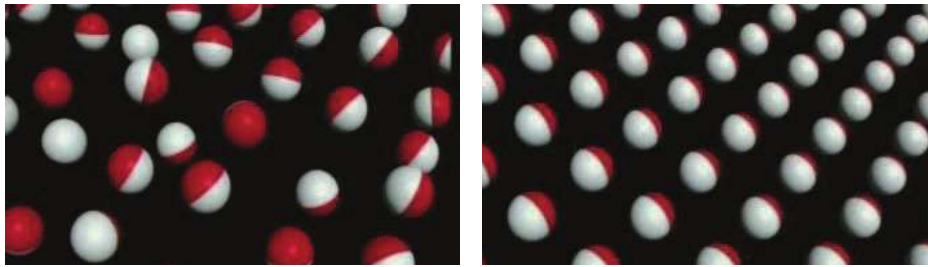
(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.8 Interaksi Dua Magnet.

(a) Magnet Tidak Senama Tarik Menarik; (b) Magnet Senama Tolak-menolak

Dari manakah kekuatan magnet berasal? Apa beda gaya magnet dengan gaya listrik? Mari mengingat materi tentang gaya listrik! Gaya listrik berasal dari adanya interaksi antara muatan listrik, sedangkan gaya magnet berasal dari adanya interaksi antara kutub-kutub magnet yang ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda.



(a)

(b)

Sumber: National Geographic Channel

Gambar 6.9 Magnet Elementer Penyusun Magnet, (a) Magnet Elementer Tersebar Acak, (b) Magnet Elementer Tersusun pada Arah Tertentu

Pada Gambar 6.9a, kutub utara dan kutub selatan partikel elementer magnet pada benda tersebut tersebar secara acak, sehingga benda tidak memiliki sifat magnet. Pada beberapa jenis logam tertentu, seperti besi dan baja, sejumlah magnet elementer magnet dapat disusun berbaris pada arah tertentu hingga benda bersifat sebagai magnet (Gambar 6.9b).

a. Sifat Magnet Bahan

Apa yang terjadi jika magnet didekatkan pada logam atau kayu? Pernahkan kamu mengamatinya? Ayo, Lakukan Aktivitas 6.1 untuk menemukan sifat magnet pada beberapa bahan!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Sifat Magnet Bahan

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 magnet batang,
2. benda di dalam kelas (pensil, pulpen, mistar, gunting, karet penghapus)
3. 1 paku besi,
4. 1 paku baja,
5. 1 wadah aluminium,
6. 1 sendok stainless,
7. 1 timah,

8. garam secukupnya,
9. tali secukupnya, dan
10. 1 statif.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Gantung benda yang akan diuji sifat kemagnetannya dengan menggunakan tali dan statif
2. Dekatkan magnet pada benda yang telah digantung.
3. Amati apa yang terjadi pada benda saat didekati oleh magnet.
Benda apa saja yang dapat ditarik oleh magnet?
Benda apa saja yang tidak dapat ditarik oleh magnet?
4. Jika benda sudah menempel dengan magnet, cobalah untuk menjauhkan benda dari magnet! Benda apa saja yang dapat ditarik kuat oleh magnet?
Benda apa saja yang dapat ditarik lemah oleh magnet?

Amati dengan teliti, kuat atau lemah tarikan yang ditimbulkan oleh magnet!

5. Catat data yang kamu peroleh pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6.1 Sifat Magnet Benda

No	Nama Benda	Ditarik/ditolak	Kuat/lemah
1	Pensil		
2	Pulpen		
3	Mistar		
4	...		
5	Dst		

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan data pengamatan, buatlah kesimpulan percobaanmu tentang sifat magnet pada benda!

Jika kamu cermati hasil kegiatan pada Aktivitas 6.1, dapatkan kamu menentukan sifat interaksi bahan (benda) terhadap magnet? Bagaimanakah kekuatan magnet pada masing-masing benda tersebut? Berdasarkan sifat interaksi bahan terhadap magnet, benda diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu feromagnetik,

diamagnetik, dan paramagnetik. Benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet termasuk pada kelompok benda **feromagnetik**, misal besi, baja, kobalt, dan nikel. Benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet termasuk pada kelompok benda **paramagnetik**, misal magnesium, molibdenum, dan lithium. Benda-benda yang tidak ditarik oleh magnet termasuk kelompok benda **diamagnetik**, misal perak, emas, tembaga, dan bismut.



Ayo, Kita Diskusikan

Apakah benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet dapat dikategorikan sebagai benda diamagnetik?

b. Cara Membuat Magnet

Magnet tidak hanya dapat ditemukan di alam sebagai magnet alami, tetapi ada juga benda yang dapat dibuat menjadi bersifat magnet. Tahukah kamu bagaimana cara membuat magnet? Coba lakukan Aktivitas 6.2 untuk dapat membuat magnet!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.2 Membuat Magnet

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 paku besar masing-masing panjangnya ± 10 cm,
2. 1 magnet batang,
3. 1 baterai besar dengan tegangan 1,5 volt,
4. 1 kawat tembaga dengan panjang ± 25 cm,
5. 1 paku kecil, dan
6. 1 kompas.

Apa yang harus kamu lakukan?

Langkah kerja 1

1. Dekatkan paku pertama dengan magnet seperti pada Gambar 6.10a



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.10a Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi

- Setelah paku pertama terinduksi menjadi magnet, dekatkan paku pertama pada paku kedua.



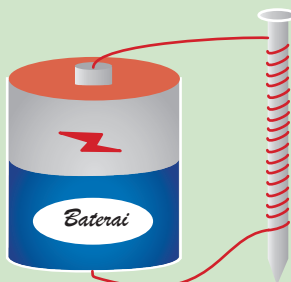
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.10b Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Induksi

- Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet pada paku 1

Langkah kerja 2

- Lilitkan kawat tembaga pada paku dengan arah lilitan dari bawah ke atas. Sisakan kedua ujung kawat agar cukup panjang untuk disambungkan ke kutub-kutub baterai.
- Hubungkan ujung-ujung kawat tembaga pada kutub-kutub baterai.
- Dekatkan ujung paku pada kutub utara magnet. Amati apa yang terjadi. Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet.
- Coba ubah arah lilitan kawat pada paku, amati apakah terjadi perubahan kutub magnet?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.11 Percobaan Membuat Magnet dengan Cara Elektromagnetik

Langkah kerja 3

- Gosokkan magnet pada paku dengan arah gosokan searah.
- Dekatkan paku yang telah digosok dengan paku lainnya. Amati apa yang terjadi!
- Gunakan kompas untuk mengetahui kutub magnet.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan langkah kerja 1, amati apa yang terjadi pada paku pertama dan kedua. Apakah paku pertama menarik paku kedua?
2. Berdasarkan langkah kerja 2, apabila arah lilitan pada paku diubah dari atas ke bawah, apakah interaksi yang terjadi pada rangkaian paku dengan kutub-kutub magnet (seperti pada percobaan langkah 3 dan 4) sama? Jika hasilnya berbeda, coba indentifikasi mengapa berbeda? dan jika hasilnya sama, coba indentifikasi mengapa sama?
3. Berdasarkan langkah kerja 3, bagaimana pengaruh arah gerak menggosok dengan kutub yang terbentuk pada magnet?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Uraikan prinsip dasar cara pembuatan magnet yang sesuai dengan langkah kerja 1, 2, dan 3.



Ayo, Kita Pahami

Cobalah ingat magnet elementer pada Gambar 6.9! Besi dan baja dapat dijadikan magnet jika magnet elementernya tersusun rapi dan kutub-kutub yang senama menghadap ke arah yang sama! Coba cermati gambar berikut agar dapat memahami konsep partikel elementer pada benda yang disajikan magnet!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

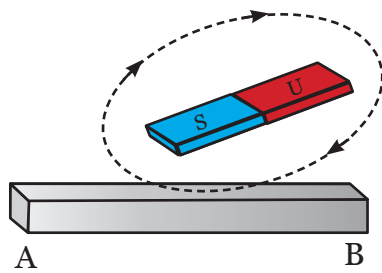
Gambar 6.12a Susunan Magnet Elementer Besi/Baja Sebelum Menjadi Magnet



Sumber: Dokumen Kemdikbud

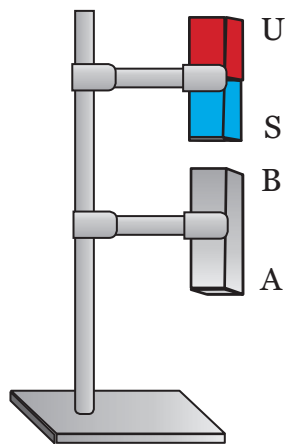
Gambar 6.12b Susunan Magnet Elementer Besi/Baja yang Telah Menjadi Magnet

Besi dapat dijadikan magnet dengan cara menggosok. Besi digosok dengan arah yang tetap, agar magnet elementer dapat diatur untuk menuju ke satu arah saja. Perhatikan Gambar 6.13, ujung kutub utara magnet yang digosokkan dari ujung besi B ke A akan mengubah besi menjadi magnet dengan kutub utara pada ujung B dan kutub selatan pada ujung A. Jadi, ujung batang besi yang pertama kali digosok akan



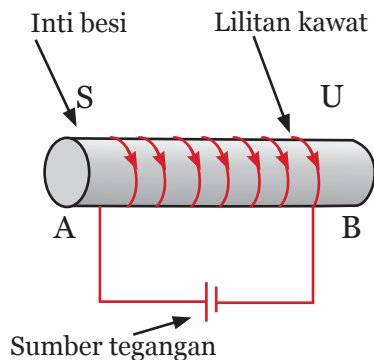
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.13 Menggosok Magnet



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.14 Induksi Magnet



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.15 Induksi Elektromagnet

memiliki kutub yang sama dengan kutub magnet yang menggosoknya. Sekarang coba pikirkan, bagaimanakah kutub magnet besi jika kutub selatan magnet digosokkan pada besi dengan arah B ke A? Atau jika magnet digosokkan pada besi dengan arah B ke A?

Baja dan besi dapat dijadikan magnet dengan cara menginduksi atau mendekatkannya dengan magnet selama beberapa waktu. Perhatikan Gambar 6.14, sifat magnet menunjukkan bahwa magnet akan saling tarik menarik jika kutub yang berbeda didekatkan, dan tolak-menolak jika kutub yang sama, sehingga ujung B akan menjadi kutub utara dan ujung A akan menjadi kutub selatan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ujung besi atau baja yang berdekatan dengan kutub magnet batang akan memiliki kutub yang berlawanan dengan kutub magnet penginduksinya.

Magnet juga dapat dibuat dengan cara meliliti besi atau baja dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC. Magnet yang dibuat dengan cara demikian disebut elektromagnet. Mengapa arus DC? Karena arus DC dapat menyamakan arah magnet elementer pada besi atau baja.

Kutub magnet besi atau baja yang terbentuk tergantung pada arah lilitan kawat penghantar. Jika arah arus berlawanan dengan arah jarum jam, maka ujung A besi atau baja tersebut akan menjadi kutub utara dan ujung

B akan menjadi kutub selatan. Sebaliknya, jika arah arus searah dengan jarum jam, maka ujung A besi atau baja akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara. Perhatikan Gambar

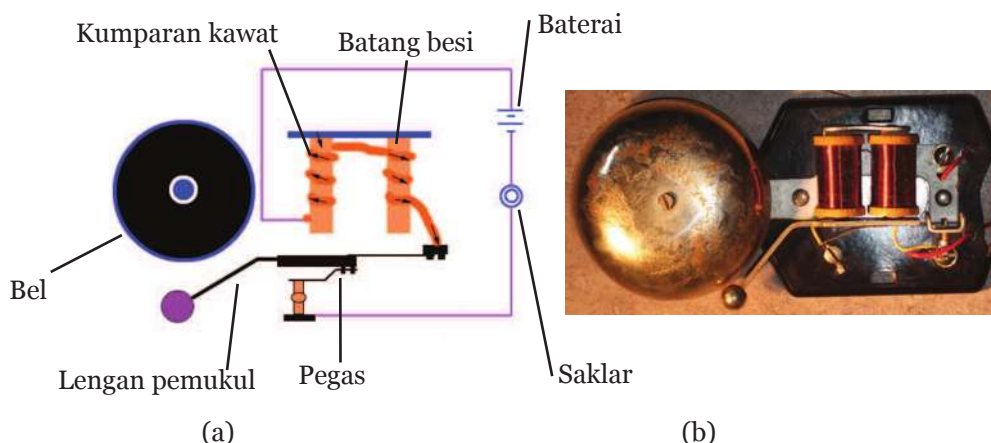
6.15, dengan pola lilitan tersebut (searah jarum jam), maka ujung A akan menjadi kutub selatan dan ujung B akan menjadi kutub utara.

c. Penerapan Elektromagnet dalam Kehidupan Sehari-hari

Gejala elektromagnet sering digunakan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa penerapan elektromagnet tersebut dapat ditemui pada bel listrik, saklar listrik, dan telepon kabel. Jika di sekitarmu tidak terdapat benda-benda tersebut, tidak perlu risau, cermatilah penjelasan berikut!

(1) Bel listrik

Coba perhatikan bel listrik yang ada di sekitarmu (jika ada). Selidiki cara kerja bel listrik tersebut! Pada saat tombol bel listrik ditekan, rangkaian arus menjadi tertutup dan arus mengalir pada kumparan. Aliran arus listrik pada kumparan ini mengakibatkan besi di dalamnya menjadi elektromagnet yang mampu menggerakkan lengan pemukul untuk memukul bel sehingga berbunyi.



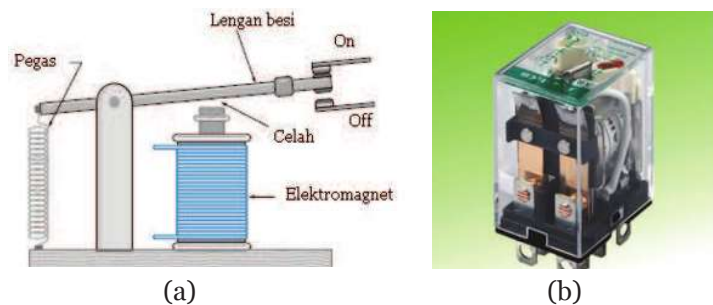
Sumber: (a) www.citycollegiate.com, (b) en.wikipedia.org
Gambar 6.16 (a) Skema Rangkaian Bel Listrik, (b) Bel Listrik

(2) Saklar

Bagaimana cara menyalakan lampu listrik? Di setiap rumah yang menggunakan aliran listrik, hampir semuanya menggunakan saklar. Perhatikan Gambar 6.17a. Saklar berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada rangkaian listrik.

Khusus untuk bentuk saklar seperti pada gambar 6.17b, mulai

bekerja ketika saklar membentuk rangkaian tertutup. Lilitan kawat akan berfungsi sebagai elektromagnet yang menarik ujung besi ke bawah. Setelah besi tertarik ke bawah, ujung besi lainnya akan menyimpang ke kanan dan mendorong tangkai ke kiri sehingga tangkai kiri dan kanan akan saling bersentuhan untuk mengalirkan arus listrik. Ketika arus mengalir, maka beban (lampu atau alat elektronik lainnya) akan menyala.



Sumber: (a) navya.co, (b) www.marineinsight.com

Gambar 6.17 (a) Diagram Saklar Elektromagnetik (b) Saklar Elektromagnetik

(3) Telepon Kabel

Tahukah kamu bahwa telepon kabel juga menggunakan prinsip kemagnetan? Saat menggunakan telepon, seseorang akan menerima pesan (mendengar) sekaligus mengirim pesan (berbicara). Prinsip kerja telepon pada dasarnya mengubah energi listrik menjadi energi bunyi. Pada saat ada pembicaraan, energi listrik mengalir pada kabel telepon menimbulkan efek



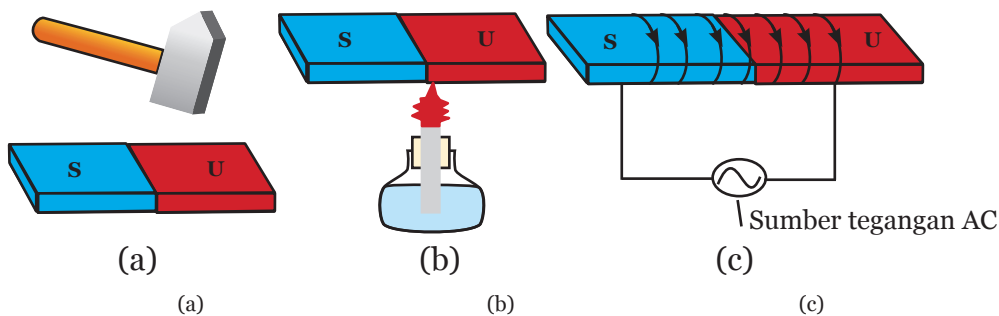
Sumber Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.18 Telepon Kawat

elektromagnet yang kekuatannya berubah-ubah sehingga mampu menggetarkan diafragma besi lentur pada speaker telepon. Getaran pada speaker inilah yang akhirnya menggetarkan udara di sekitarnya dan memberikan efek “dengar” bagi telinga kita. Coba ingat kembali materi getaran, gelombang, dan bunyi di kelas VIII semester 2.

d. Cara menghilangkan kemagnetan bahan

Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul (Gambar 19a), memanaskan (Gambar 19b), dan meliliti magnet dengan arus bolak balik atau AC (Gambar 19c). Pada prinsipnya, sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara mengacak arah magnet elementer.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.19 Menghilangkan Sifat Magnet dengan Cara (a) Memukul; (b) Memanaskan; dan (c) Meliliti Magnet dengan Arus AC

e. Medan Magnet

Pada materi awal, telah dibahas tentang materi medan magnet bumi. Selain bumi, benda magnetik juga dapat menghasilkan medan magnet. Bagaimana cara mendeteksi medan magnet di sekitar benda? Jika magnet yang kita pelajari pada bab ini berbentuk jarum, batang, dan tapal kuda (U), bagaimana kamu dapat membedakan besar medan magnetnya? Agar memahami konsep medan magnet, coba lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.3 Mengetahui Medan Magnet

Apa yang kamu perlukan?

1. Pasir besi,
2. plastik mika atau kertas, dan
3. berbagai bentuk magnet.

(Catatan: Jika tidak ada pasir besi, kamu dapat mencarinya dengan cara meletakkan magnet batang pada tumpukan pasir hitam, pasir yang ditarik oleh magnet adalah pasir besi yang dapat kamu gunakan untuk percobaan ini).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan magnet batang di bawah kertas atau mika untuk

menghindari kontak langsung dengan pasir besi.

2. Taburkan pasir besi di atas kertas atau mika tersebut.
3. Amati perubahan pola yang dibentuk pasir besi di atas kertas atau mika tersebut.
4. Gambarkan pola tersebut di atas selembar kertas.
5. Ulangi kegiatan 1 – 4 untuk magnet U dan bentuk magnet lainnya.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

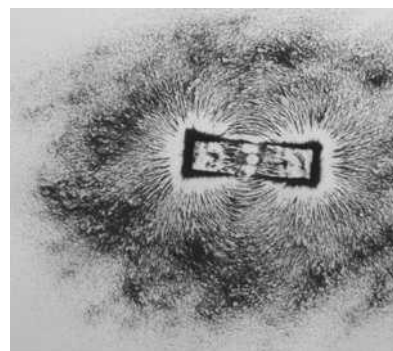
Gambar 6.20 Menyelidiki Pola Medan Magnet

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Bagian manakah dari magnet batang, magnet U, dan magnet lainnya yang paling banyak ditemeli pasir besi? Mengapa?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Daerah di sekitar magnet yang dapat mempengaruhi magnet atau benda lain disebut medan magnet. Pola-pola yang dibentuk oleh pasir besi dari Aktivitas 6.3 merupakan bentuk garis gaya magnet yang digunakan untuk menggambarkan medan magnet. Medan magnet terbesar terletak pada ujung-ujung kutub magnet. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya pasir besi yang ditarik oleh ujung-ujung kutub magnet (garis-garis gaya magnetnya sangat rapat). Apakah kamu menemukan pola seperti pada Gambar 6.21?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.21 Pola Medan Magnet Batang

f. Induksi Magnet

Konsep induksi magnet berawal dari tidak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar. Bagaimanakah hal tersebut terjadi? Cobalah lakukan kegiatan berikut dengan semangat.



Sumber: hdwallpapers.cat

Gambar 6.22 Kapal Laut Disambar Petir



Ayo, Kita Lakukan

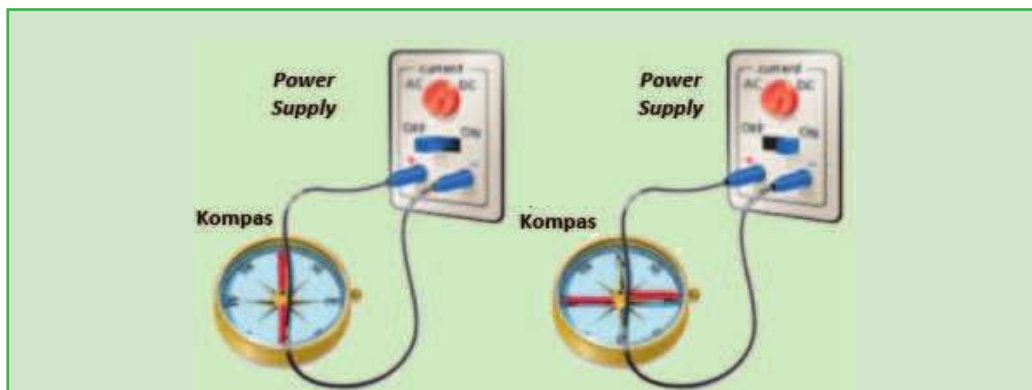
Aktivitas 6.4 Menyelidiki Medan Magnet di dekat Kawat Berarus listrik

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 kompas (jika tidak ada kompas kamu dapat menggunakan jarum yang diletakkan di atas air),
2. 1 kawat penghantar/kabel, dan
3. 1 baterai/*power supply*.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sambungkan kawat penghantar/kabel pada baterai/*power supply* hingga membentuk rangkaian tertutup.
2. Dekatkan kompas pada kawat penghantar/kabel, seperti pada Gambar 6.23. Kemudian nyalakan *power supply* untuk mengalirkan arus listrik pada kabel. Amati apa yang terjadi pada jarum kompas.



Sumber: Serway, 2004

Gambar 6.23 Percobaan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

3. Apakah yang terjadi jika kuat arusnya diperbesar atau arahnya dibalik?
4. Apakah yang terjadi jika letak kompasnya dipindahkan di atas kawat?
5. Apakah yang terjadi jika jarak kompas dengan kawat di jauhkan?

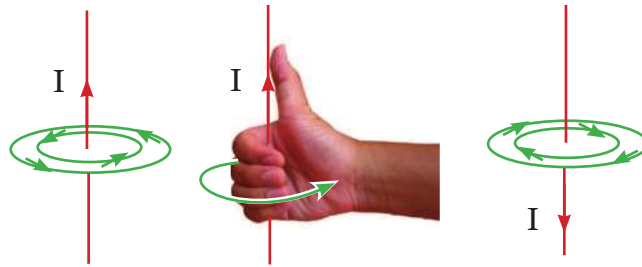
Apa yang perlu kamu diskusikan?

Apa yang terjadi pada jarum kompas saat kawat penghantar/kabel mulai dialiri arus listrik? Mengapa hal tersebut dapat terjadi?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan kegiatan yang kamu lakukan, buatlah kesimpulan yang menyatakan hubungan medan magnet dan kawat berarus.

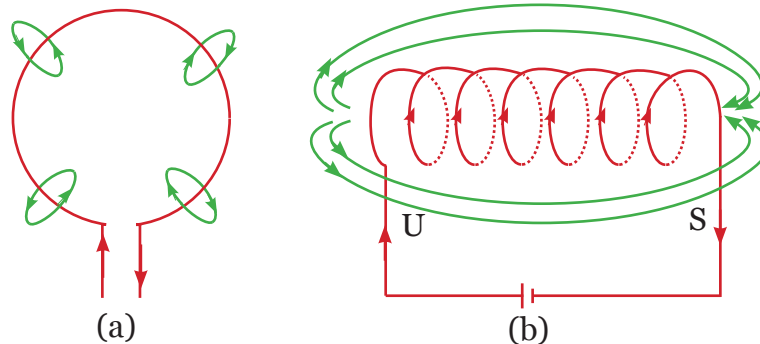
Berdasarkan Aktivitas 6.4, apa yang kamu temukan? Bagaimana hubungan antara medan magnet dan kawat berarus listrik? Kegiatan dan hasil yang kamu temukan sebenarnya sudah dilakukan oleh Hans Christian Oersted (1820) yang menunjukkan bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet. Caranya adalah dengan mengamati pergerakan jarum kompas saat diletakkan di dekat kabel yang dialiri arus listrik. Percobaan ini kemudian dikenal dengan Percobaan Oersted. Arah medan magnet dan arah arus dapat ditunjukkan dengan menggunakan tangan kanan seperti Gambar 6.24 menunjukkan arus listrik dan B menunjukkan medan magnet.



Sumber: Dokumen Kemendikbud

Gambar 6.24 Arah Panah yang Mengelilingi Kawat Menunjukkan Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Jika pada kawat lurus, medan magnet terbentuk melingkari arah arus, bagaimana dengan kabel yang dibentuk melingkar dan kumparan? Perhatikan Gambar 6.25.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

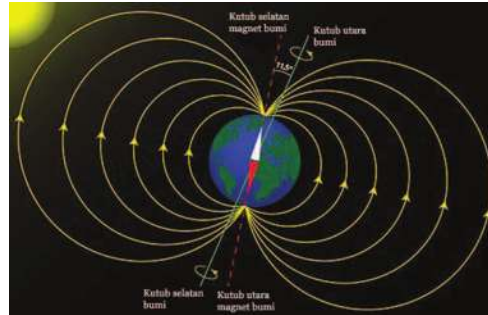
Gambar 6.25 Arah Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus

Pada kumparan (Gambar 6.25a) medan magnet tampak melingkari kabel, tetapi pada kumparan (Gambar 6.25b) medan magnetnya seolah-olah membentuk kutub utara dan selatan pada ujung-ujungnya, persis seperti pada magnet batang.

2. Teori Kemagnetan Bumi

Masih ingatkah kamu materi tentang bumi yang ada di buku IPA kelas VIII Bab 11? Bumi adalah magnet raksasa. Bumi memiliki kutub utara dan selatan. Kutub utara magnet bumi berada di sekitar kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada di sekitar kutub utara bumi. Mengapa demikian? Ketidaktepatan kutub utara dan

kutub selatan magnet bumi disebut **deklinasi**. Selain adanya ketidaktepatan penunjukan arah kutub utara dan kutub selatan magnet bumi, ternyata medan magnet bumi juga membentuk sudut dengan horizontal bumi, atau yang disebut dengan sudut **inklinasi**.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.26 Medan Magnet Bumi

Medan magnet bumi berfungsi untuk melindungi penduduk bumi dari radiasi kosmik (partikel listrik yang dihasilkan oleh matahari atau benda-benda langit lainnya) yang mengancam kesehatan. Namun, karena adanya medan magnet bumi, partikel listrik tidak dapat masuk ke seluruh permukaan bumi, tetapi hanya akan masuk ke kutub-kutub bumi. Saat menabrak atmosfer bumi, partikel listrik tersebut diionisasi (peristiwa lepasnya elektron dari nukleon) dan membentuk plasma lemah (gas super yang dipanaskan agar elektron terlepas dari nukleon). Tampilan indah cahaya plasma inilah yang kemudian dikenal sebagai **aurora**. Tahukah kamu di mana sajakah kita dapat melihat aurora?



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 6.27 Aurora Borealis

3. Gaya Lorentz

a. Konsep Gaya Lorentz

Masih ingatkah kamu dengan hasil kegiatan pada Aktivitas 6.4? Mengapa jarum kompas dapat bergerak ketika arus listrik mengalir pada kabel? Gaya apakah yang membuat jarum kompas tersebut menjadi bergerak? Pada subbab ini akan dibahas hubungan antara arus listrik, magnet, dan gaya yang ditimbulkannya. Sebelum mempelajari hal tersebut, mari kita lakukan percobaan berikut.



Ayo, Kita Lakukan

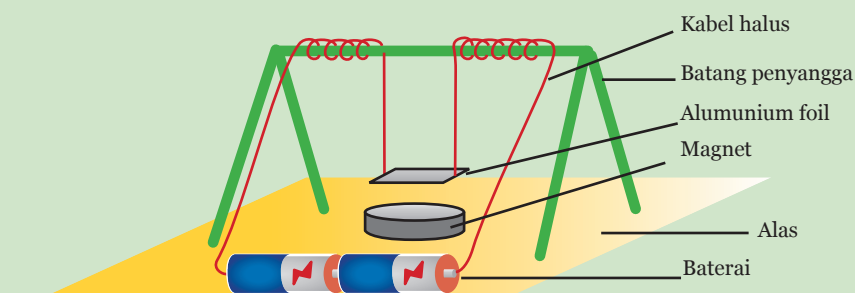
Aktivitas 6.5 Menentukan Besar dan Arah Gaya Lorentz

Apa yang kamu perlukan?

1. Kawat atau batang penyangga,
2. kawat kabel berukuran kecil,
3. 2 buah magnet,
4. 3 buah baterai,
5. lempengan *aluminium foil* (kertas *aluminium foil*), dan
6. alas (triplek/ kardus/ *styrofoam*).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah alat seperti gambar berikut!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.28 Rangkaian Percobaan Ayunan Lorentz

2. Sambungkan baterai pada rangkaian yang telah kamu buat untuk mengalirkan arus listrik. Ukurlah besar simpangan (panjang simpangan) yang ditimbulkan oleh aluminium foil yang dialiri arus listrik ketika didekatkan pada magnet!
3. Cobalah menambah jumlah baterai dan ukurlah besar simpangan yang dihasilkan.
4. Cobalah lakukan penambahan magnet untuk beberapa magnet jika tersedia.
5. Tuliskan hasil pengamatanmu di Tabel 6.2a dan Tabel 6.2b berikut.

Tabel 6.2a Hasil Pengukuran Besar Simpangan Kumputan dengan Variasi Jumlah Baterai

Jumlah Baterai	Jumlah Magnet	Besar Simpangan (cm)
1	1	
2	1	
3	1	

Tabel 6.2b Hasil Pengukuran Besar Simpangan Kumputan dengan Variasi Jumlah Magnet

Jumlah Baterai	Jumlah Magnet	Besar Simpangan (cm)
1	1	
1	2	
1	3	

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan data, bagaimanakah hubungan antara jumlah baterai dengan besarnya simpangan yang dialami oleh kawat berarus listrik?
2. Bagaimanakah hubungan antara besar medan magnet dengan besarnya simpangan yang dialami oleh kawat berarus tersebut?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Bagaimana hubungan antara besar simpangan dengan kuat arus listrik dan medan magnet?

Kesimpulan yang diperoleh pada Aktivitas 6.5 menunjukkan bahwa kawat berarus yang berada dalam medan magnet akan mengalami gaya yang disebut dengan **Gaya Lorentz**. Adanya Gaya Lorentz dalam

percobaan menimbulkan simpangan pada *aluminium foil*. Semakin banyak baterai yang dipasang pada rangkaian, maka semakin besar arus listrik dan besar Gaya Lorentz-nya. Hal ini menunjukkan bahwa arus listrik sebanding dengan gaya yang ditimbulkan, demikian juga dengan perubahan medan magnet yang diberikan. Akibat dari arah arus (I) dan arah medan magnet (B) saling tegak lurus, maka secara matematis, besarnya Gaya Lorentz dituliskan sebagai berikut.

$$F = B \cdot I \cdot L$$

Keterangan:

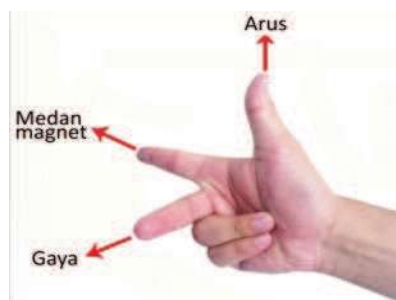
F = gaya Lorentz (Newton)

B = medan magnet tetap (Tesla)

I = kuat arus listrik (Ampere)

L = panjang kawat berarus yang masuk ke dalam medan magnet (meter)

Penentuan arah Gaya Lorentz, dapat dilakukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.29 Cara Menentukan Arah Gaya Lorentz dengan Menggunakan Kaidah Tangan Kanan



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal Gaya Lorentz

1. Sebuah kawat tembaga sepanjang 10 m dialiri arus listrik sebesar 5 mA. Jika kawat tembaga tersebut tegak lurus berada dalam medan magnet sebesar 8 Tesla, berapakah Gaya Lorentz yang timbul?

Diketahui:

$$L = 10 \text{ m}$$

$$I = 5 \text{ mA} = 0,005 \text{ A}$$

$$B = 8 \text{ T}$$

Ditanya: Gaya Lorentz (F)?

Jawab:

$$F = B I L = 8 \cdot 0,005 \cdot 10 = 0,4 \text{ N}$$

Jadi, Gaya Lorentz yang timbul sebesar 0,4 N

2. Jika gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh kawat tembaga sepanjang 2 m dan dialiri arus listrik sebesar 2 mA adalah 12 N, maka berapakah besar medan magnet yang melingkupi kawat tembaga tersebut?

Diketahui:

$$L = 2 \text{ m}$$

$$I = 2 \text{ mA} = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$F = 12 \text{ N}$$

Ditanya: medan magnet?

Jawab:

$$F = B I L$$

$$B = \frac{F}{I \cdot L} = \frac{12}{2 \times 10^{-3} \cdot 2} = 3 \times 10^3 \text{ Tesla}$$



Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Gaya Lorentz

1. Sebuah kawat penghantar memiliki panjang 12 m tegak lurus berada dalam sebuah medan magnet sebesar 90 Tesla. Jika kuat arus listrik yang mengalir pada kawat sebesar 0,02 mA, berapakah besar Gaya Lorentz-nya?
2. Jika Gaya Lorentz yang dialami sebuah kawat penghantar yang panjangnya 5 m adalah 1 N dan arus yang mengalir pada kawat sebesar 2 mA, berapakah gaya magnet yang dialami kawat penghantar tersebut?
3. Kemanakah arah gaya Lorentz, jika:
 - a. Arah arus ke sumbu z dan arah medan magnet ke sumbu y
 - b. Arah arus ke sumbu -y dan arah medan magnet ke sumbu x

b. Penerapan Gaya Lorentz pada Motor Listrik

Apakah kamu pernah melihat motor listrik? Motor listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Beberapa motor listrik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya motor listrik pada kipas angin untuk yang berfungsi untuk menggerakkan baling-baling.

Motor listrik memiliki beberapa komponen, diantaranya magnet tetap dan kumparan. Jika ada arus listrik yang mengalir pada kumparan yang terletak dalam medan magnet maka kumparan tersebut akan mengalami Gaya Lorentz sehingga kumparan akan berputar. Agar kumparannya dapat berputar dengan stabil, maka kumparan dibuat seperti Gambar 6.30 yang masing-masing ujungnya dibentuk melingkar.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.30 Motor Listrik Sederhana

4. Induksi Elektromagnetik

Kita sudah mendiskusikan tentang beberapa fenomena yang berkaitan dengan listrik dan magnet. Misal, di sekitar kawat berarus listrik terjadi medan magnet (induksi magnetik). Jika kamu ingat tentang kegiatan untuk memahami Gaya Lorentz, tentunya kamu ingat bahwa gaya dapat terjadi pada arus listrik di sekitar medan magnet. Pembahasan lebih lanjut tentang elektromagnetik dilakukan dengan membahas konsep perubahan medan magnet dapat menghasilkan listrik, yang disebut **induksi elektromagnetik**.

Menurut Faraday, arus listrik dapat dihasilkan dengan cara menggerakkan magnet batang keluar masuk kumparan. Temuan ini diterapkan pada generator listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Sebelum mempelajari penerapan induksi elektromagnetik, lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.6 Menyelidiki Peristiwa Induksi Elektromagnetik

Apa yang kamu perlukan?

1. Kumparan 600 dan 1.200 lilitan (kamu dapat membuat kumparan sendiri dengan cara melilitkan kawat tembaga pada pipa),
2. magnet batang 2 buah,
3. galvanometer, dan
4. kabel penjepit buaya (penjepit tembaga).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buat rangkaian tertutup untuk galvanometer dan kumparan 600 lilitan.
2. Gerakkan magnet batang masuk-keluar kumparan secara perlahan. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada tabel data.
3. Gerakkan magnet batang masuk-keluar kumparan secara cepat. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada tabel data.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.31 Rangkaian Percobaan Induksi Elektromagnetik

4. Gunakan dua magnet batang sekaligus dan gerakkan dua batang magnet tersebut keluar-masuk kumparan secara perlahan. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada Table 6.3.

- Gunakan dua magnet batang sekaligus dan gerakkan dua batang magnet tersebut keluar-masuk kumparan secara cepat. Amati penyimpangan yang terjadi pada jarum galvanometer. Catat hasil pengamatanmu pada tabel data.
- Ulangi langkah 1 hingga 5 untuk kumparan 1.200 lilitan.

Tabel 6.3 Data Pengamatan

Kumparan	Magnet, gerakan	Simpangan Jarum Galvanometer
600 lilitan	1 magnet, perlahan	
	1 magnet, cepat	
	2 magnet, perlahan	
	2 magnet, cepat	
1200 lilitan	1 magnet, perlahan	
	1 magnet, cepat	
	2 magnet, perlahan	
	2 magnet, cepat	

Apa yang perlu kamu diskusikan?

- Berdasarkan data hasil pengamatan, bandingkan simpangan jarum galvanometer berdasarkan jumlah magnet dan kecepatannya.
- Bandingkan juga simpangan jarum galvanometer dengan jumlah lilitan.
- Mengapa terjadi penyimpangan pada jarum galvanometer dan mengapa penyimpangannya berubah-ubah?
- Coba amati apa yang terjadi jika kutub magnet yang dimasukkan ke kumparan tetap diam di dalam kumparan? Coba jelaskan mengapa fenomena tersebut dapat terjadi!

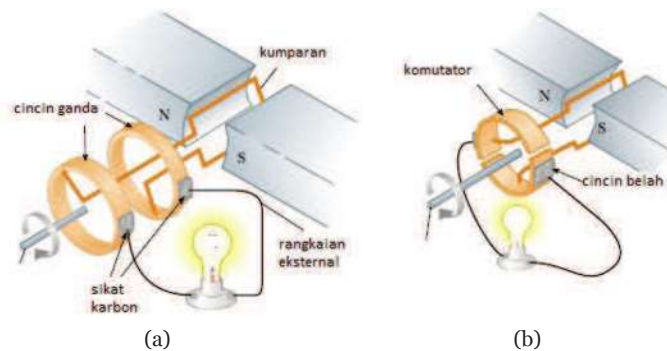
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan data yang dilakukan, apakah yang dimaksud induksi elektromagnetik dan faktor-faktor apakah yang mempengaruhi besar gaya gerak listrik yang dihasilkan pada induksi elektromagnetik?

Bagaimana dan di mana kamu menemukan penerapan induksi elektromagnetik? Alat-alat apa saja yang menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik? Agar mengetahui jawabannya, ayo kita pelajari uraian berikut.

a. Generator

Generator adalah alat yang digunakan untuk merubah energi gerak (kinetik) menjadi energi listrik. Energi gerak yang dimiliki generator dapat diperoleh dari berbagai sumber energi alternatif, misalnya dari energi angin, energi air, dan sebagainya. Generator dibedakan menjadi generator AC (*Alternating Current*) dan generator DC (*Direct Current*). Generator AC atau alternator dapat menghasilkan arus listrik bolak-balik dengan cara menggunakan cincin ganda, sedangkan generator DC dapat menghasilkan arus listrik searah dengan cara menggunakan komutator (cincin belah).



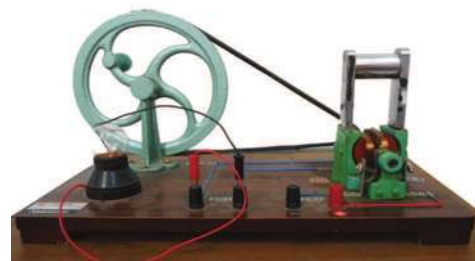
Sumber: Serway, 2004.

Gambar 6.32 a) Generator AC, b) Generator DC

b. Dinamo AC-DC

Dinamo adalah generator yang relatif kecil seperti yang digunakan pada sepeda. Mengapa lampu sepeda kayuh dapat menyala meskipun tidak diberi baterai? Mengapa nyala lampu akan semakin terang apabila kita mengayuh pedal sepeda dengan lebih cepat? Ternyata pada sepeda terdapat dinamo yang berfungsi sebagai sumber energi listrik untuk menyalakan lampu. Dinamo adalah alat yang berfungsi untuk merubah energi gerak menjadi listrik.

Cara kerja dinamo dan generator hampir sama, termasuk penggunaan satu cincin yang dibelah menjadi dua (komutator) pada dinamo DC dan cincin ganda pada dinamo AC. Perbedaan dinamo dengan generator terletak pada dua komponen utama dinamo, yaitu rotor (bagian yang



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.33 Dinamo AC/DC

bergerak) dan stator (bagian yang diam).

Saat sepeda dikayuh dengan cepat, kumparan pada dinamo akan bergerak cepat sehingga gaya gerak listrik (GGL) induksi yang dihasilkan menjadi lebih kuat dan energi listrik yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Selain dengan mempercepat putaran kumparan, penggunaan magnet yang kuat, memperbanyak jumlah lilitan, dan penggunaan inti besi lunak dalam dinamo juga dapat mengakibatkan GGL induksi yang dihasilkan menjadi lebih kuat. Coba kamu ingat kembali hasil percobaan Aktivitas 6.6!

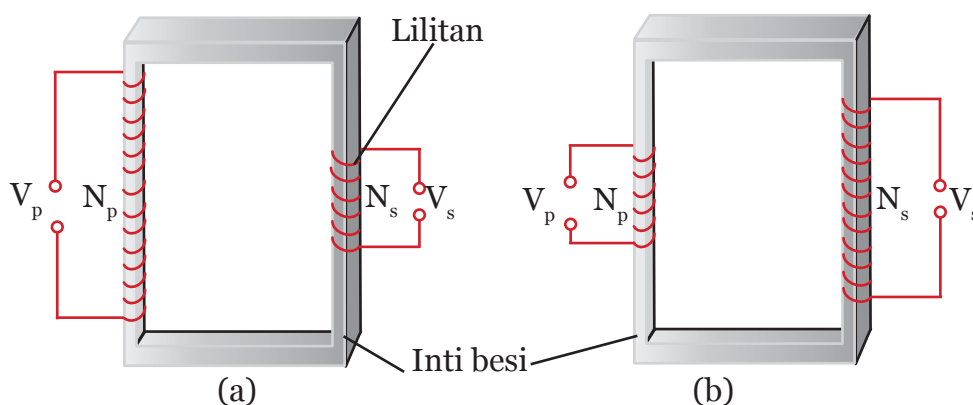


Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 6.34 Dinamo Sepeda

c. Transformator

Masih ingatkah kamu bahwa sebelum dialirkan ke rumah-rumah penduduk, tegangan listrik dari PLN harus diturunkan? Bagaimana cara menurunkan atau menaikkan tegangan listrik? Salah satu caranya adalah dengan menggunakan transformator.

Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step-down* dan transformator *step-up*. Transformator *step-down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step-up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.35 (a) Transformator *Step Down*, (b) Transformator *Step Up*

Transformator pada dasarnya terdiri atas lilitan primer dan lilitan sekunder yang dihubungkan dengan menggunakan inti besi. Lilitan primer yang mendapat tegangan AC akan menginduksi inti besi hingga menjadi magnet. Perubahan arah arus AC membuat medan magnet yang terbentuk berubah-ubah, sehingga menghasilkan tegangan AC pada ujung-ujung kumparan sekunder.

Besar kecilnya tegangan keluaran yang dihasilkan transformator sangat dipengaruhi oleh jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder. Jika jumlah lilitan primernya lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder juga akan lebih kecil daripada tegangan pada kumparan sekunder, dan transformator tersebut disebut transformator *step down*. Namun jika jumlah lilitan primernya lebih sedikit daripada jumlah lilitan sekunder, maka tegangan pada kumparan sekunder akan lebih besar daripada tegangan pada kumparan primer, dan transformator tersebut disebut transformator *step up*.

Pada transformator ideal, energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan dipindahkan seluruhnya ke dalam kumparan sekunder. Hal ini mengakibatkan besar efisiensi transformator menjadi 100% atau secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$W_p = W_s$$

$$V_p \times I_p \times t = V_s \times I_s \times t$$

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

$$\text{Maka } \frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Keterangan:

W_p = energi primer
 W_s = energi sekunder
 I_p = arus primer
 I_s = arus sekunder

N_p = lilitan primer
 N_s = lilitan sekunder
 V_p = tegangan primer
 V_s = tegangan sekunder

Pada kenyataannya, tidak pernah dapat dibuat transformator dengan efisiensi sebesar 100% (ideal), karena biasanya sebagian energi listrik yang masuk ke dalam kumparan primer akan diubah menjadi kalor. Perubahan energi listrik menjadi kalor ini salah satunya disebabkan

oleh adanya arus Eddy pada inti besinya. Lebih lanjut tentang arus Eddy akan kamu pelajari di SMA.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 6.36 Transformator

Perhitungan efisiensi trafo (η) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

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

keterangan:

P_{out} = daya listrik pada kumparan sekunder.

P_{in} = daya listrik pada kumparan primer.



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal Transformator

Sebuah transformator memiliki 300 lilitan primer dan 30 lilitan sekunder. Jika tegangan pada lilitan primer adalah 220 volt, tentukan:

- Tegangan pada lilitan sekunder
- Jika arus listrik yang mengalir pada lilitan primer sebesar 0,5 mA, berapakah arus listrik yang mengalir pada lilitan sekunder?
- Efisiensi transformator
- Jenis transformator

Diketahui:

$$N_p = 300 \text{ lilitan}$$

$$N_s = 30 \text{ lilitan}$$

$$V_p = 220 \text{ volt}$$

$$I_p = 0,5 \text{ mA}$$

Ditanya:

- Tegangan sekunder (V_s)
- Arus sekunder (I_s)
- Efisiensi transformator (η)
- Jenis transformator

Jawab:

- Tegangan sekunder (V_s)

$$\begin{aligned}\frac{N_p}{N_s} &= \frac{V_p}{V_s} \\ \frac{300}{30} &= \frac{220}{V_s} \\ V_s &= \frac{220 \times 30}{300} = 22 \text{ volt}\end{aligned}$$

- Arus sekunder (I_s)

$$\begin{aligned}\frac{N_p}{N_s} &= \frac{I_s}{I_p} \\ \frac{300}{30} &= \frac{I_s}{0,5} \\ I_s &= \frac{300 \times 0,5}{30} = 5 \text{ mA}\end{aligned}$$

- Efisiensi transformator (η)

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \times 100\% = \frac{5 \times 22}{0,5 \times 220} \times 100\%$$

persamaan $\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$ hanya berlaku pada transformator ideal maka efisiensinya pasti 100%, tetapi dalam kehidupan

sehari-hari tidak pernah ada transformator dengan efisiensi 100% karena adanya hambatan pada kawat penghantar sehingga sebagian energi listrik berubah menjadi panas.

- d. Karena $V_p > V_s$ dan $N_p > N_s$ maka transformator tersebut adalah transformator *step down*.



Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Transformator

1. Sebuah transformator memiliki 1.500 lilitan primer dan 300 lilitan sekunder. Bila tegangan sekundernya 3 volt dan arus primernya 4 mA, berapakah tegangan primer dan arus sekundernya?
2. Sebuah transformator step down terdiri atas kumparan primer dengan 1.200 lilitan dan kumparan sekunder dengan 40 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan sebesar 330 V, berapa tegangan pada kumparan sekunder?
3. Jika daya listrik yang mengalir pada kumparan primer dan sekunder sebuah transformator berturut-turut sebesar 350 watt dan 70 watt, berapakah efisiensi transformator tersebut?

C. Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Ayo, Kita Pelajari



Prinsip kerja:

- MRI
- Kereta Maglev
- PLTN



Istilah Penting

- Nukleon
- Roentgen
- Tumor
- Nuklir
- Inti atom
- MRI

Mengapa Penting?



Setelah memahami sub bab kemagnetan dalam produk teknologi, kamu akan mampu menjelaskan prinsip kemagnetan pada MRI, kereta Maglev, dan PLTN.

Magnet banyak digunakan dalam berbagai produk teknologi, salah satunya yang paling populer adalah dalam teknologi kedokteran,

seperti *MRI*. Tahukah kamu, bagaimana cara seorang dokter untuk mendeteksi adanya penyakit dalam tubuh pasien? Hingga kini, salah satu cara yang dianggap paling aman untuk mendeteksi penyakit adalah dengan menggunakan MRI (*Magnetic Resonance Imaging*). MRI menggunakan prinsip kemagnetan untuk mencitrakan kondisi kesehatan tulang atau organ tubuh bagian dalam manusia tanpa melalui prosedur pembedahan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 6.37 MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

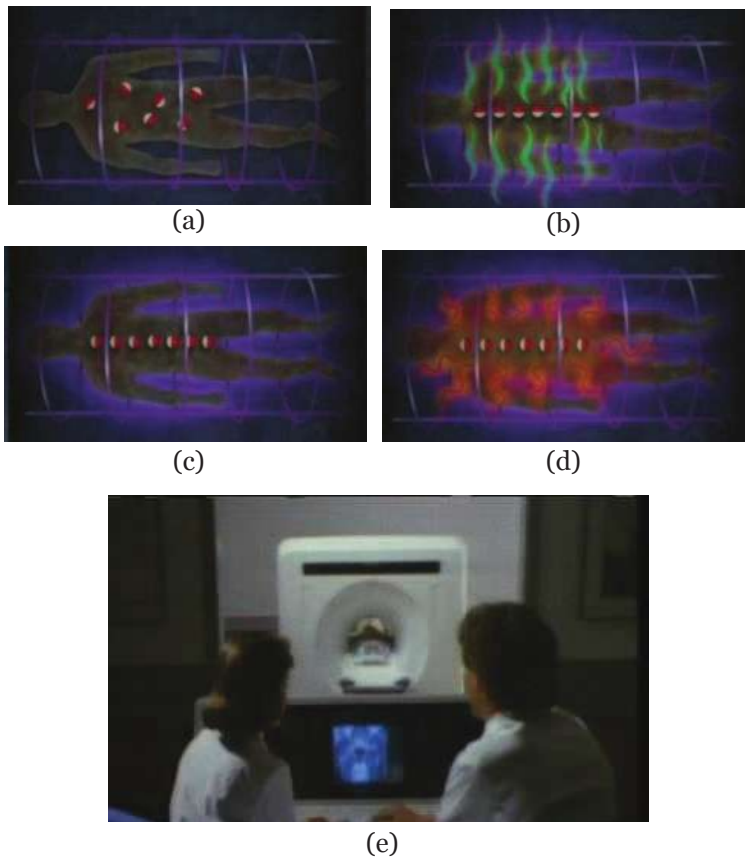


Ayo, Kita Pikirkan!

Bagaimanakah cara kerja MRI hingga dapat mencitrakan kondisi kesehatan tulang manusia tanpa melalui prosedur pembedahan?

1. MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

Masih ingatkah kamu dengan gambar yang ada di halaman depan bab ini? Untuk mengetahui lebih lanjut, pahami penjelasan berikut! Orang yang akan dicek kesehatannya dimasukkan ke dalam medan magnet yang memiliki kekuatan 5000 kali lipat lebih kuat dari medan magnet bumi. Medan magnet sebesar ini mengakibatkan nukleon tubuh berputar dan berbaris sejajar menjadi jarum kompas (Gambar 6.38a). Nukleon tersebut kemudian ditembak dengan gelombang radio untuk menginduksi arahnya (Gambar 6.38b).



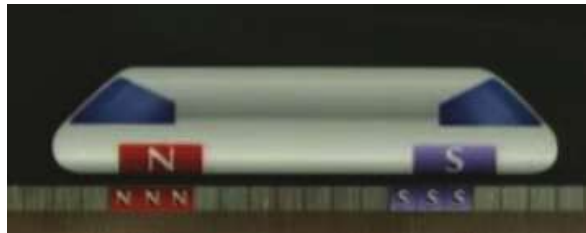
Sumber: National geographic channel
Gambar 6.38e Cek Kesehatan dengan menggunakan MRI

Saat arahnya sejajar (gambar 6.38c), nukleon-nukleon tersebut akan memancarkan gelombang radio yang akhirnya diterima komputer sebagai pencitraan kondisi dalam tubuh (gambar 6.38d). Gambar tersebut dapat menunjukkan adanya penyakit dalam tubuh manusia (Gambar 6.38e). Teknik ini jauh lebih aman dibanding dengan Roentgen (sinar X).

Lebih dari sekedar mendeteksi ada tidaknya penyakit seperti tumor, MRI dapat digunakan untuk merekam pikiran manusia. Misalnya untuk merekam bagian otak yang menanggapi rangsang panas atau dingin. Selain itu, MRI juga dapat digunakan untuk melakukan deteksi dini terhadap gejala epilepsi.

2. Kereta Maglev

Maglev merupakan kependekan dari *magnetically levitated* atau kereta terbang. Kereta maglev diterbangkan kurang lebih 10 mm di atas relnya. Meskipun rel dan kereta tidak menempel, kereta maglev yang super cepat yakni mampu melaju hingga 650 km/jam, tidak akan terjatuh dan tergelincir. Hal ini disebabkan kereta maglev menerapkan prinsip gaya tolak menolak magnet serta didorong dengan menggunakan motor induksi.



Sumber: National geographic channel

Gambar 6.39 Kereta Maglev

Kereta maglev telah menjadi alat transportasi masal di beberapa negara maju seperti Jepang, Amerika, China, dan beberapa negara di Eropa seperti Prancis, Jerman, dan London. Di Jepang, kereta yang menggunakan prinsip ini, yaitu kereta Shinkansen yang menghubungkan kota Tokyo, Nagoya, dan Osaka.



Sumber: (a) www.uniworldnews.org (b) d13uygpm1enfng.cloudfront.net

Gambar 6.40 (a) Kereta Shinkansen Jepang, (b) Interior dalam Kereta Shinkansen saat Uji Coba

3. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi nuklir. Kerja pembangkit listrik konvensional, misalnya pembangkit listrik dengan menggunakan batubara, air dipanaskan menggunakan bahan bakar batubara hingga menguap.



Sumber: Republika.co.id

Gambar 6.41 Reaktor Nuklir

Uap yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan turbin yang selanjutnya digunakan untuk menggerakkan generator. Cara ini, selain dapat mengurangi jumlah sumber daya alam yang tak terbarui juga dapat mencemari lingkungan akibat pembakaran yang menghasilkan asap karbon, sulfur, dan nitrogen. Pada PLTN panas diperoleh dari reaksi pemecahan inti atom (fisi) dalam suatu reaktor nuklir. Panas yang dihasilkan mampu mencapai 1,5 juta derajat celsius, hingga tidak ada satupun bahan di bumi yang mampu menahan energi panasnya. Agar partikel panas tersebut tidak menyebar ke lingkungan, digunakan botol magnet dengan medan magnet yang sangat besar.



Ayo, Kita Renungkan

Kemagnetan merupakan hal yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia dan makhluk lain penghuni alam semesta ini. Bumi sendiri merupakan magnet terbesar yang dapat memberi manfaat besar bagi manusia. Magnet bumi memungkinkan manusia untuk menggunakan kompas sebagai penunjuk arah dan hewan-hewan juga memanfaatkan gaya magnet bumi sebagai penunjuk arah dalam melakukan migrasi. Perkembangan teknologi selanjutnya yang terinspirasi dari prinsip kemagnetan bumi menghasilkan berbagai penerapan magnet di bidang teknologi. Hal ini banyak membantu aktivitas manusia dengan berbagai peralatan yang bermanfaat bagi kehidupan. Tuhan menyediakan banyak pelajaran di alam semesta, jangan pernah berhenti untuk belajar dari alam, dan jadilah para penemu hebat selanjutnya.



Info Tokoh



(1777- 1851)

Hans Christian Oersted

Menemukan efek magnetic (*magnetic effect*) arus listrik sehingga ia menetapkan adanya hubungan antara magnet dan listrik



(1797-1878)

Joseph Henry



Menemukan induksi elektromagnet dan pernah membuat magnet listrik terbesar yang mampu mengangkat beban sebesar 300 kg



(1853-1928)

Hendrik Anton Lorentz



Menemukan besar kuat medan magnet di sekitar kawat berarus



Rangkuman

1. Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik.
2. Lobster duri, bakteri, merpati, elang, salmon, dan penyu laut memanfaatkan prinsip medan magnet bumi untuk navigasi, menghindari predator, dan mencari mangsa.
3. Gaya magnet ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik seperti elektron dan proton (partikel elementer penyusun magnet).
4. Berdasarkan kekuatan magnet untuk menarik benda, bahan magnet dibagi menjadi tiga, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik.
5. Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok, induksi (mendekatkan), dan induksi elektromagnetik.
6. Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti magnet dengan arus searah atau AC. Pada prinsipnya, sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara mengacak arah magnet elementer.
7. Bumi adalah magnet raksasa. Sama seperti magnet lainnya, bumi memiliki kutub utara dan selatan. Kutub utara magnet bumi berada di kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada di kutub utara bumi.
8. Interaksi kawat berarus dalam sebuah medan magnet akan menghasilkan gaya, yang disebut sebagai gaya Lorentz. Besarnya gaya Lorentz tersebut dipengaruhi oleh besarnya kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari adalah motor listrik, bel listrik, relai, dan telepon kawat.
9. Induksi elektromagnetik membahas tentang konsep arus listrik yang dapat menghasilkan medan magnet atau medan magnet yang mampu menghasilkan listrik. Contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah generator, dinamo AC/DC, dan transformator.
10. Transformator adalah alat yang digunakan untuk merubah besar tegangan listrik. Berdasarkan penggunaannya, transformator

dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step down* dan transformator *step up*. Transformator *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik.

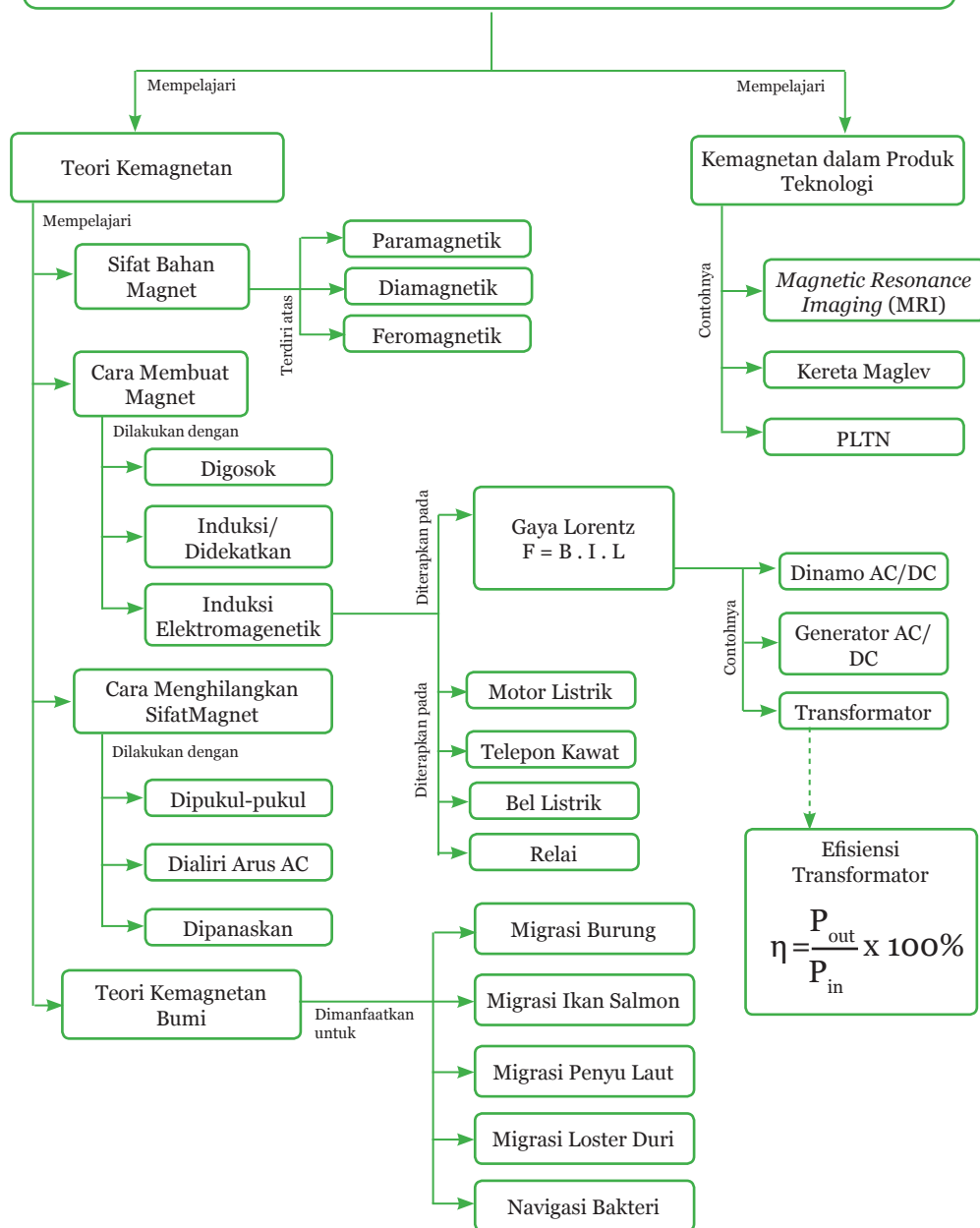
11. Perhitungan efisiensi trafo (η) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus $\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$

12. Prinsip elektromagnetik diterapkan dalam teknologi sebagai pendeteksi penyakit dalam tubuh manusia tanpa melalui prosedur pembedahan atau MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), kereta maglev, dan pembangkit listrik tenaga nuklir.



Peta Konsep

Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi

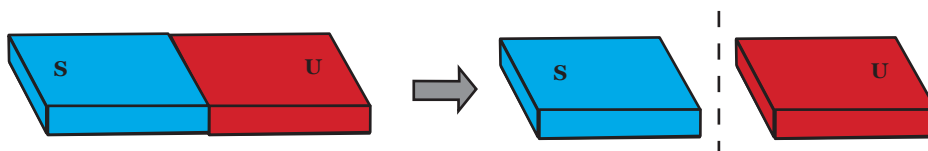




Uji Kompetensi

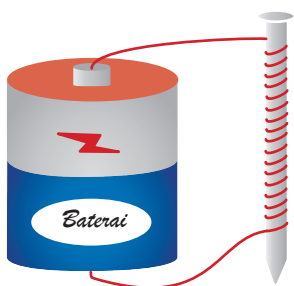
A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Magnet berikut ini yang bekerja dengan memanfaatkan medan magnet bumi adalah
 - a. magnet batang
 - b. magnet ladam
 - c. magnet U
 - d. magnet jarum
2. Perhatikan gambar berikut!



Jika sebuah magnet batang dipotong, maka keberadaan kutubnya

- a. bagian a hanya akan memiliki kutub utara saja
 - b. bagian a memiliki kutub utara dan selatan
 - c. bagian b tidak memiliki kutub
 - d. bagian a dan b masing-masing hanya memiliki satu jenis kutub saja
3. Perhatikan gambar berikut!



Jika sebuah paku dililiti oleh kawat yang dialiri arus listrik, maka yang akan terjadi pada paku adalah

- a. paku akan meleleh
 - b. paku mampu mengalirkan listrik
 - c. paku dapat menjadi magnet
 - d. paku tidak mengalami reaksi apapun
4. Di kotak ada campuran serbuk besi dan pasir. Cara yang paling mudah untuk memisahkan serbuk besi dari pasir adalah
- a. menuangkan air pada campuran tersebut
 - b. menggunakan kaca pembesar
 - c. menggunakan magnet
 - d. memanaskan campuran tersebut
5. Hewan-hewan berikut yang memanfaatkan kemagnetan bumi untuk melakukan navigasi adalah
- a. lobster duri
 - b. siput
 - c. gurame
 - d. lele
6. Magnet yang kuat akan memisahkan campuran antara....
- a. plastik dan kertas
 - b. alumunium dan seng
 - c. besi dan aluminium
 - d. emas dan perak
7. Perhatikan gambar berikut!

Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



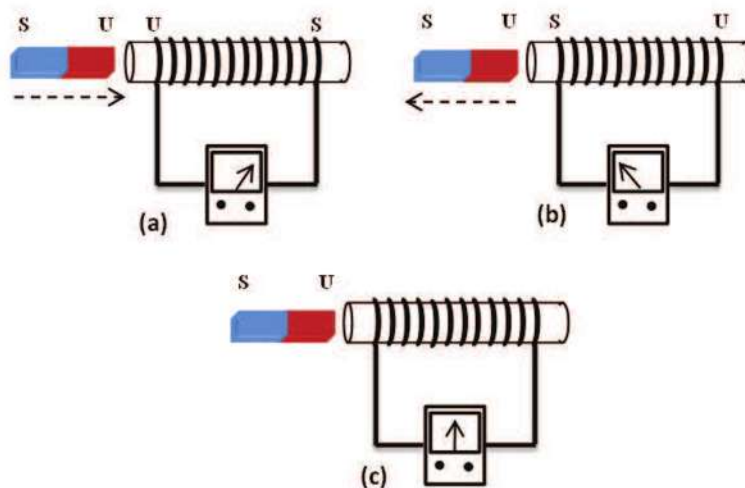
Gambar 4



Berikut dari keempat gambar tersebut yang menunjukkan jika dua magnet didekatkan maka akan saling tolak menolak adalah gambar....

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

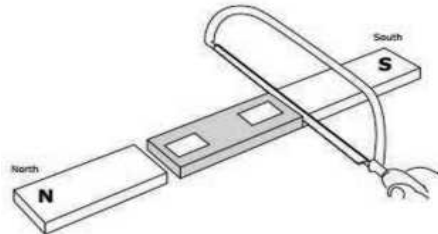
8. Seorang siswa melakukan investigasi untuk menguji kekuatan magnet. Siswa tersebut memiliki beberapa magnet dengan ukuran, bentuk dan massa yang berbeda. Dia menggunakan magnet untuk mengangkat klip logam. Cara mengukur kekuatan magnet melalui investigasi yang benar adalah dengan menghitung
- massa magnet yang mengangkat klip logam
 - ukuran magnet yang mengangkat klip logam
 - jumlah klip logam yang diangkat oleh magnet
 - klip logam yang tetap menempel pada magnet
9. Peralatan berikut yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik adalah....
- kipas angin
 - jam tangan
 - lampu
 - kompur
10. Perhatikan gambar berikut ini!



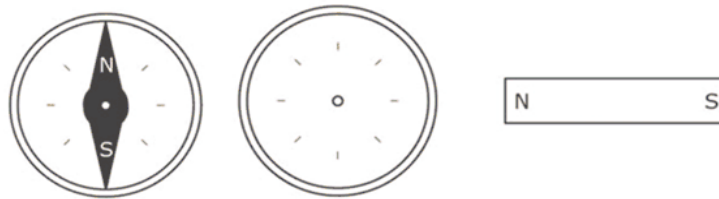
- Arah gerak jarum galvanometer dipengaruhi oleh....
- kecepatan gerak magnet
 - kutub magnet yang dimasukkan
 - jumlah lilitan
 - besar medan magnet

B. Uraian

1. Sebatang magnet dipotong seperti pada gambar di bawah. Tuliskan simbol N dan S pada kotak untuk menunjukkan kutub dari ujung yang dipotong!

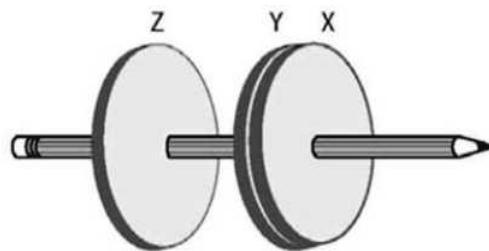


2. Gambar berikut menunjukkan jarum kompas dengan label utara dan selatannya. Kompas tersebut diletakkan di dekat sebuah magnet batang seperti gambar di bawah.



Gambarkan jarum kompas pada lingkaran di bawah dan beri label kutub utara dan selatannya. Jelaskan jawabanmu menggunakan pengetahuanmu tentang magnet

3. Gambar berikut menunjukkan apa yang akan terjadi pada tiga magnet ketika ketiga magnet tersebut diletakkan berdekatan pada sebuah pensil. Magnet X dan Y bergerak sampai bersentuhan tapi magnet Y dan Z tetap terpisah.



- a. Jelaskan mengapa magnet X dan Y dapat bersentuhan?
- b. Jelaskan mengapa magnet Y dan Z tetap terpisah?

4. Dayu memiliki dua batang logam. Dia tahu batang logam 1 merupakan magnet.
 - a. Bagaimana dia menggunakan batang logam 1 untuk mencari tahu jika batang logam 2 adalah magnet?
 - b. Apa yang seharusnya dia amati jika batang logam 2 merupakan magnet?
5. Jelaskan bagaimana prinsip kerja kereta maglev!



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Generator Sederhana

1. Buatlah sebuah generator sederhana bersama kelompokmu. Masing-masing kelompok terdiri atas 3-4 siswa.
2. Kamu bebas mendesain bentuk dan sistem kerja generatormu. Maka dari itu, carilah informasi sebanyak-banyaknya di perpustakaan atau internet tentang cara pembuatan generator sederhana. Mintalah bantuan pada orang tua jika kamu merasa kesulitan untuk mencantumkan jenis generator yang akan kamu buat.
3. Setelah mendapatkan informasi yang tepat, tuliskan perencanaanmu yang meliputi skema gambar, langkah kerja/ cara membuat, dan alat bahan. Kemudian konsultasikan kepada gurumu.
4. Perkirakan waktu pembuatan adalah 1 minggu.
5. Setelah disetujui oleh gurumu, buatlah generator sederhana dan susunlah laporan pembuatannya.
6. Jika sudah, kumpulkan produk hasil pembuatan generator sederhana dan laporan pembuatannya kepada gurumu.
7. Presentasikan hasil produk dan laporan di depan kelas.

Bab 7 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup



Apakah kamu pernah mengamati teman-temanmu? Jika kamu memperhatikan temanmu mungkin akan kamu jumpai perbedaan pada bentuk wajah, bentuk rambut, warna kulit, postur tubuh atau sifat yang lainnya. Mengapa demikian? Bagaimana karakteristik teman-temanmu tersebut diturunkan dari orangtua mereka? Untuk memahaminya ayo pelajari bab ini dengan cermat dan penuh semangat!

Perhatikanlah teman-teman di dekatmu. Amatilah bagaimana postur tubuh, bentuk rambut, bentuk wajah, bentuk hidung, dan warna kulitnya! Adakah perbedaan antara karakteristik tubuhmu dengan karakteristik teman-temanmu?



Sumber: Dokumen kemdikbud

Gambar 7.1 Siswa-Siswi SMP

Setelah kamu mengamati temanmu tentunya kamu melihat bahwa kamu dan temanmu memiliki banyak perbedaan karakteristik. Mungkin ada temanmu yang memiliki postur tinggi, ada yang pendek, ada yang memiliki rambut lurus, rambut keriting, atau bergelombang. Ada juga yang memiliki wajah bulat dan adapula yang lonjong. Ada yang memiliki kulit putih, kuning langsung, dan ada yang hitam. Perbedaan-perbedaan ini dikontrol oleh gen yang diwarisi dari orang tua kita. Melalui gen ini pula karakteristik tubuh kita mirip dengan orang tua kita. Tentu kita sekali lagi harus bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan adanya gen-gen ini. Kekurangan satu gen saja bisa menyebabkan kelainan pada karakteristik tubuh kita. Tahukah dimana letak gen? Bagaimana proses pewarisan gen-gen dari orang tua kepada keturunannya? Dapatkah kita mengubah gen-gen suatu makhluk hidup misalnya padi sehingga kita dapat meningkatkan hasil produksinya? Tentu kamu sangat tertarik bukan untuk mengetahui jawaban pertanyaan-pertanyaan tersebut? Untuk itu ayo kita pelajari bab ini dengan antusias!

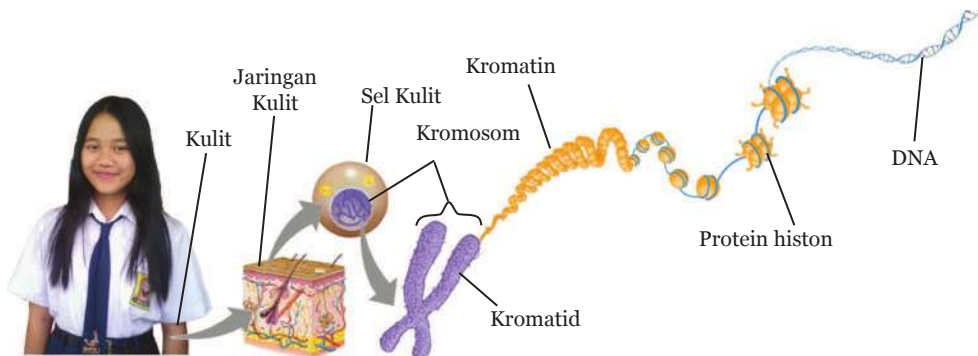
A. Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat

 Ayo, Kita Pelajari <ul style="list-style-type: none">• Materi genetik• Hukum pewarisan sifat	 Istilah Penting <ul style="list-style-type: none">• Materi genetik• DNA• Gen• RNA• Alela• Kromosom
 Mengapa Penting? <p>Untuk membantu kamu memahami cara penurunan sifat pada makhluk hidup dan pemanfaatannya untuk pemuliaan tanaman.</p>	

1. Materi Genetik

Materi genetik memegang peranan penting dalam proses pewarisan sifat. Warna kulit, bentuk rambut, bentuk hidung, atau bahkan jenis penyakit yang kamu miliki tidak serta-merta hadir di dalam tubuh kamu. Setiap sifat dan karakteristik yang ada pada setiap orang adalah warisan dari orang tua yang diwariskan melalui materi genetik. Ayah akan mewariskan materi genetiknya melalui sel sperma sedangkan ibu akan mewariskan materi genetik melalui sel ovum. Materi genetik dari ayah dan ibu akan bergabung dalam proses fertilisasi. Oleh karena adanya penggabungan materi genetik inilah pada dirimu muncul karakteristik yang mirip dengan ayah dan karakteristik yang mirip dengan ibu.

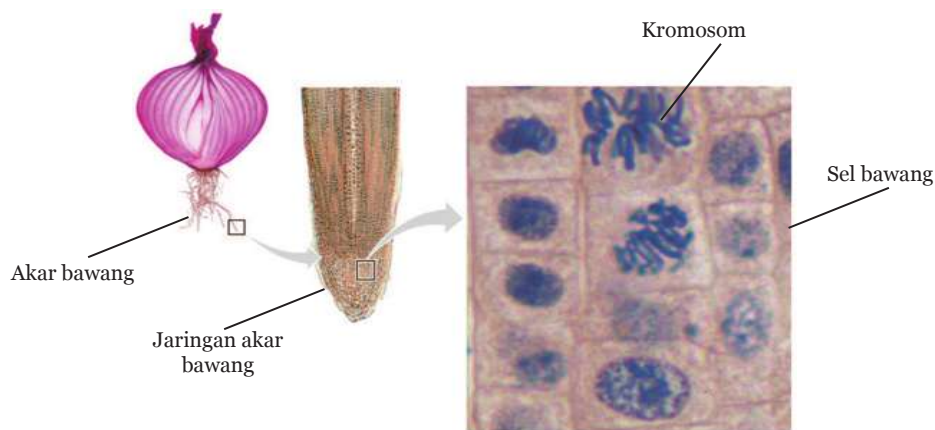
Apa sebenarnya materi genetik yang dimaksud? Molekul yang berperan sebagai materi genetik adalah asam nukleat, yaitu **DNA** (*deoxyribonucleic acid*) dan **RNA** (*ribonucleic acid*). Pada suatu untai DNA terdapat unit instruksi atau perintah yang mempengaruhi sifat atau yang menentukan karakteristik setiap makhluk hidup yang disebut **gen**. Jadi, keseluruhan informasi genetik yang menentukan karakteristik makhluk hidup juga disimpan dalam DNA. Tahukah kamu di manakah DNA berada? Perhatikan Gambar 7.2.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 7.2 Gambaran Untaian Molekul DNA pada Suatu Sel

DNA terletak di dalam inti sel. DNA merupakan untaian yang sangat panjang. Agar DNA dapat tersusun didalam inti sel yang kecil, untaian DNA ini melilit pada protein yang disebut protein **histon**. Lilitan DNA dengan protein histon membentuk benang-benang kromatin. Pada saat sel akan membelah, benang-benang kromatin ini akan memadat sehingga membentuk kromosom. Oleh karena itu, kita dapat melihat struktur kromosom pada saat sel akan membelah. Sebagai contoh kamu dapat melihat kromosom dengan jelas pada sel akar bawang merah pada Gambar 7.3

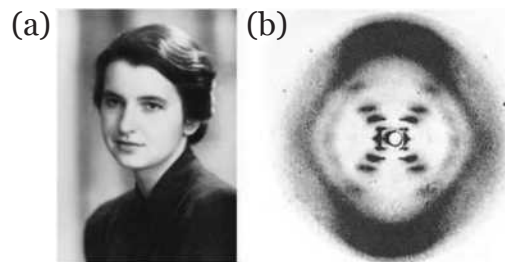


Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 7.3 Kromosom dapat Terlihat pada Sel-sel Akar Bawang yang Mengalami Pembelahan

2. Struktur DNA dan RNA

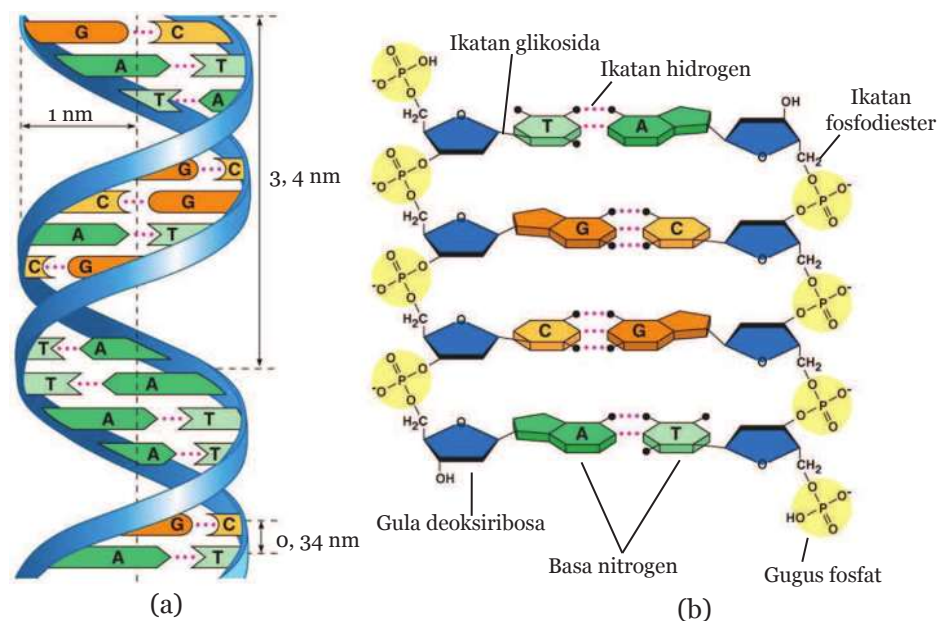
Penemuan struktur DNA tak lepas dari penelitian dari Maurice Wilkins dan Rosalind Franklin yang menggunakan teknik kristalografi (difraksi) sinar-X untuk mempelajari struktur DNA pada tahun 1950 hingga 1953.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 7.4. (a) Rosalind Franklin, (b) Foto DNA dari Hasil Difraksi Sinar-X.

Berdasarkan penelitian Rosalind Franklin, pada tahun 1953, Frances Crick dan James Watson mengemukakan bahwa DNA memiliki struktur seperti suatu untai ganda yang membentuk heliks atau bentuk ulir.

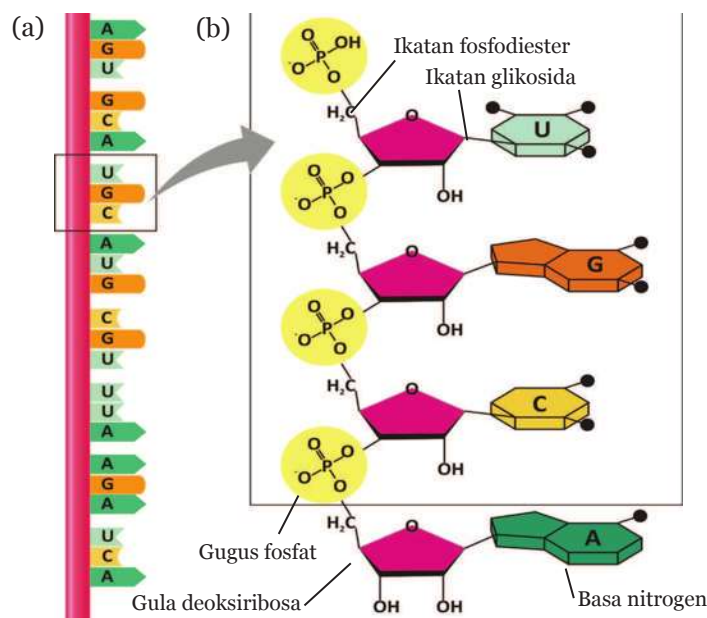


Sumber: Reece dkk., 2012

Gambar 7.5 Struktur Molekul DNA (a) Struktur Heliks, (b) Struktur Kimia Parsial DNA

Asam nukleat baik DNA maupun RNA terdiri dari subunit **nukleotida**. Masing-masing nukleotida tersusun atas gugus fosfat, gula dan basa nitrogen. Pada DNA gulanya berupa gula deoksiribosa, sedangkan pada RNA gulanya adalah gula ribosa. Nukleotida ini dapat dibagi menjadi struktur yang lebih kecil disebut **nukleosida**. Satu unit nukleosida tersusun atas gula dan basa nitrogen (tanpa gugus fosfat). Ada empat senyawa **basa nitrogen** yang menyusun DNA yaitu **adenin** (A) yang selalu berpasangan dengan **timin** (T), serta **guanin** (G) yang selalu berpasangan dengan **sitosin** (C). Basa nitrogen adenin dan guanin dikelompokkan dalam **basa purin**, sedangkan timin dan sitosin dikelompokkan dalam **basa pirimidin**.

Pada RNA tidak terdapat basa nitrogen timin (T), basa nitrogen timin ini pada RNA digantikan oleh basa nitrogen **urasil** (U). Tahukah kamu? Struktur DNA yang heliks terbentuk karena adanya beberapa jenis ikatan kimia. Antara untai DNA diikat oleh ikatan hidrogen. Antara basa nitrogen dan gula diikat oleh ikatan glikosida, sedangkan antar nukleotida dihubungkan dengan ikatan fosfodiester. Coba kamu cari tahu bagaimana terbentuknya ikatan-ikatan yang berbeda tersebut! Kamu tentu telah mengetahui bahwa struktur DNA adalah heliks ganda, bagaimana dengan struktur RNA? Tahukah kamu bahwa RNA hanya terdiri atas satu untai saja, sehingga struktur RNA tidak membentuk helix ganda.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 7.6 (a) Struktur Untai Tunggal Molekul RNA, (b) Struktur Kimia RNA



Tahukah Kamu?

Cabang ilmu biologi yang mempelajari materi genetik terkait dengan struktur, ekspresi, perubahan, keberadaannya dalam populasi, serta proses rekayasanya disebut ilmu genetika.

3. Peranan Materi Genetik dalam Penentuan Sifat

Setelah memahami struktur DNA, tentu kalian ingin mempelajari lebih lanjut tentang bagaimana salah satu peran materi genetik yang terkait penentuan sifat bukan? Untuk lebih memahami pengaruh materi genetik terhadap karakteristik setiap makhluk hidup ayo kita lakukan Aktivitas 7.1.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.1 Mengidentifikasi Sifat-Sifat Anggota Keluarga

Tujuan: Pada kegiatan ini kamu akan mengidentifikasi karakteristik apa saja yang ada pada anggota keluargamu. Masing-masing karakteristik tersebut dikode oleh suatu gen yang terkandung dalam DNA.

Apa yang perlu kamu siapkan?

Foto anggota keluarga lengkap (ayah, ibu, kakak atau adik, kamu)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok dengan anggota empat orang.
2. Perhatikanlah foto anggota keluargamu masing-masing.
3. Tulislah karakteristik apa saja yang dapat kamu temukan pada

anggota keluargamu pada tabel yang disediakan.

4. Kamu boleh bertanya kepada orang tuamu untuk melengkapi data yang kamu perlukan.
5. Selanjutnya kamu dapat bertanya kepada anggota dalam kelompokmu mengenai karakteristik keluarganya sesuai dengan pertanyaan yang tersedia

No	Karakteristik	Ayah	Ibu	Kamu	Adik	Kakak
1	Warna Kulit					
2	Bentuk wajah					
3	Ukuran mata					
4	Postur tubuh					
5	Perlekatan cuping telinga					
6	Warna iris mata					
7	Ketebalan alis					
8	Bentuk hidung					
9	Bentuk rambut					
10	Kemampuan menyatukan lidah (membentuk huruf O)					
11	Lekukan pada pipi saat senyum					
12	Kebiasaan penggunaan tangan					
13	Bintik-bintik pada muka					
14	Jenis ibu jari					

Kamu dapat mengisi tabel di atas dengan menggunakan karakteristik berikut.

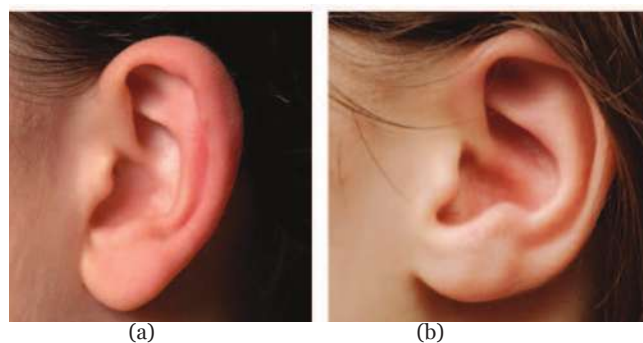
No	Karakteristik	Keterangan Pilihan
1	Warna Kulit	Kuning langsung, putih, sawo matang, hitam.
2	Bentuk wajah	Bulat, lonjong
3	Ukuran mata	Bulat, sipit
4	Postur tubuh	Tinggi, gemuk, pendek, kurus
5	Perlekatan cuping telinga	Melekat, terpisah
6	Warna iris mata	Coklat, hitam, biru, hijau, kuning,
7	Ketebalan alis	Tebal, tipis,

No	Karakteristik	Keterangan Pilihan
8	Bentuk hidung	Mancung, pesek (tidak mancung)
9	Bentuk rambut	Lurus, bergelombang/ ikal, keriting
10	Kemampuan menyatukan lidah (membentuk huruf O)	Bisa, tidak bisa
11	Ada tidaknya lekukan pada pipi saat senyum	Ada, tidak ada
12	Kebiasaan penggunaan tangan	Kanan, kiri (kidal)
13	Bintik-bintik pada muka	Ada, Tidak
14	Jenis Ibu jari	Lurus, bengkok

Setelah kamu melakukan Aktivitas 7.1 coba kamu jawab pertanyaan berikut.

1. Apa saja karakteristik dari ayah yang muncul padamu?
2. Apa saja karakteristik dari ibu yang muncul padamu?
3. Adakah sifat pada dirimu yang merupakan gabungan dari kedua orang tuamu? Kalau ada, sebutkan!
4. Adakah teman sekelasmu yang yang jenis cuping kedua orangtuanya melekat? Apa jenis cuping telinga temanmu, kakak temanmu atau adik temanmu?
5. Adakah teman sekelasmu yang yang jenis cuping kedua orangtuanya terpisah? Apa jenis cuping telinga temanmu, kakak temanmu atau adik temanmu?
6. Adakah teman sekelasmu yang ayahnya memiliki cuping telinga melekat sedangkan ibu memiliki cuping telinga yang terpisah atau sebaliknya? Apa jenis cuping telinga temanmu, kakak temanmu atau adik temanmu?
7. Adakah teman sekelasmu yang ayahnya memiliki rambut yang keriting sedangkan ibu memiliki rambut yang lurus atau sebaliknya? Apa bentuk rambut temanmu?
8. Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, mengapa pada beberapa bagian tubuhmu memiliki karakteristik mirip ayah dan pada beberapa bagian yang lain mirip karakteristik dari ibu?

Berdasarkan Aktivitas 7.1, tentu kamu akan semakin memahami bahwa karakteristik dari orangtua diturunkan pada kita. Kamu juga dapat melihat bahwa jika orang tua memiliki jenis cuping telinga yang melekat, maka semua anaknya juga memiliki jenis cuping telinga yang melekat. Jika salah satu dari orangtua memiliki jenis cuping telinga yang terpisah maka semua anaknya memiliki jenis cuping telinga yang terpisah, namun ada juga kejadian salah satu anaknya memiliki jenis cuping telinga yang melekat. Agar kamu dapat memahami bagaimana sebenarnya bentuk jenis cuping telinga melekat dan jenis cuping telinga yang terpisah perhatikan Gambar 7.7.



Sumber: Reece, dkk., 2012

Gambar 7.7 Tipe Perlekatan Cuping Telinga (a) Terpisah (Memiliki Gen GG atau Gg), (b) Melekat (Memiliki Gen gg).

Berdasarkan Gambar 7.7, kamu juga dapat melihat bahwa ketika ada karakteristik jenis cuping terpisah maka hampir semua anaknya memiliki jenis cuping yang terpisah sedangkan yang memiliki sifat cuping melekat hanya sedikit. Dalam pewarisan sifat dikenal istilah **sifat dominan** dan **sifat resesif**. Sebagai contoh, karakter jenis cuping yang terpisah dapat dikatakan mampu menutupi atau mengalahkan karakteristik jenis cuping telinga melekat. Karakter yang mampu mengalahkan atau menutupi karakter yang lain disebut sifat dominan. Karakteristik yang kalah (dalam fenomena ini karakter cuping melekat) disebut sifat resesif. Gen dominan ditulis dengan huruf kapital, sedangkan gen resesif ditulis dengan huruf biasa (kecil). Tahukah kamu bahwa karakter cuping yang terpisah dikode oleh gen G (dominan) sedangkan karakter cuping yang melekat dikode oleh gen g (resesif). Variasi atau bentuk alternatif dari gen-gen (pada hal ini yaitu gen G dan gen g) disebut alel.

Kamu tentunya dapat melihat secara langsung oleh mata karakter-karakter yang ada pada tubuhmu atau temanmu yang merupakan

perwujudan dari gen bukan? Sifat-sifat atau karakter yang terlihat oleh mata seperti bentuk rambut, warna kulit, dan jenis cuping telinga disebut **fenotip**. Fenotip merupakan perwujudan “ekspresi” dari gen. Sedangkan, susunan informasi genetik (gen) dari suatu individu yang mengkode karakter-karakter fisik disebut **genotip**.

Tentu kamu tahu bahwa manusia berdasarkan jenis kelaminnya dibedakan menjadi jenis kelamin laki-laki dan perempuan. Ayo, kita pikirkan, apakah ada gen atau kromosom yang berperan dalam menentukan jenis kelamin tersebut? Untuk menjawabnya ayo, kita lakukan Aktivitas 7.2.



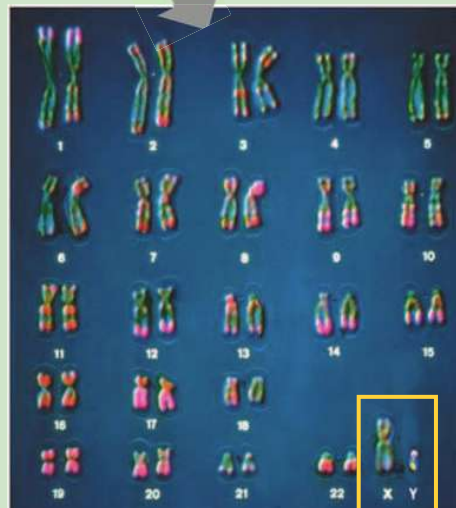
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.2 Mengidentifikasi Kromosom Laki-Laki dan Perempuan

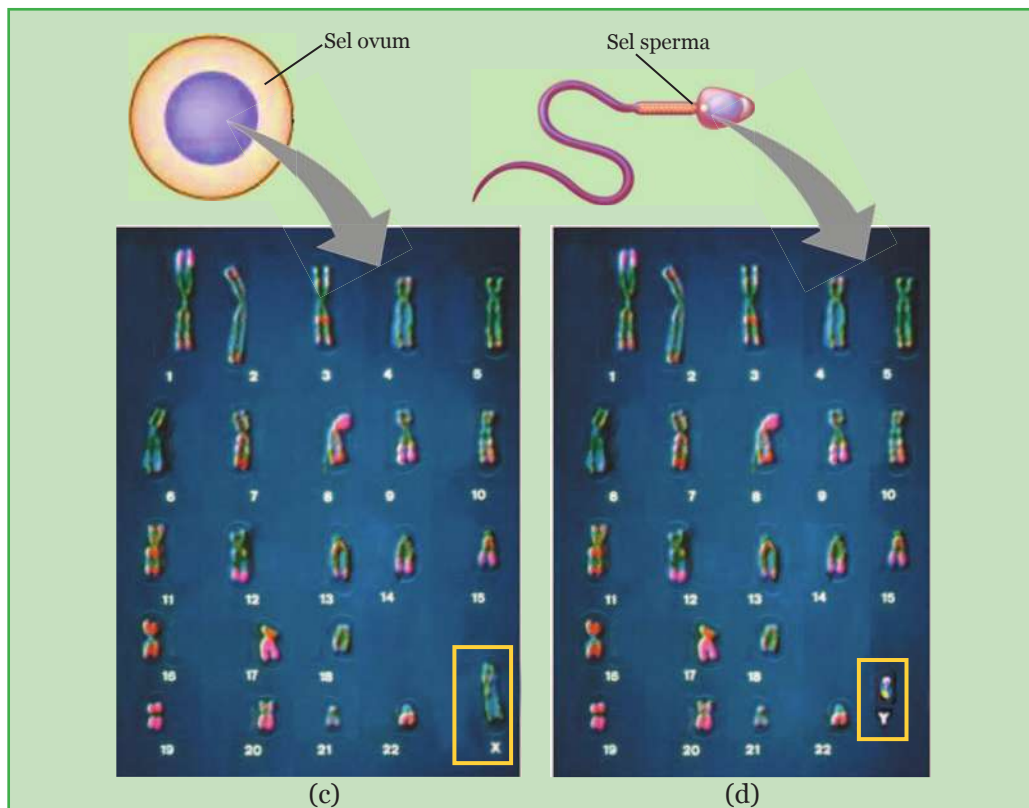
Perhatikanlah Gambar 7.8 berikut ini!



(a)



(b)



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 7.8 Kariotipe Perempuan dan Laki-laki, (a) Perempuan Memiliki Kariotipe $22AA + XX$, (b) Laki-laki Memiliki Kariotipe $22AA + XY$, (c) Kariotipe Sel Telur $22A + X$, dan (d) Kariotipe Sel Sperma $22A + Y$ atau $22A + X$. Kromosom yang terdapat dalam kotak merupakan gonosom atau kromosom kelamin yaitu X atau Y.

Gambar 7.8 tersebut merupakan foto dari kromosom-kromosom yang menyusun sel-sel tubuh (sel somatik) manusia dan kromosom pada sel kelamin (sel gamet). Susunan kromosom pada sel-sel tersebut disebut dengan **kariotipe**.

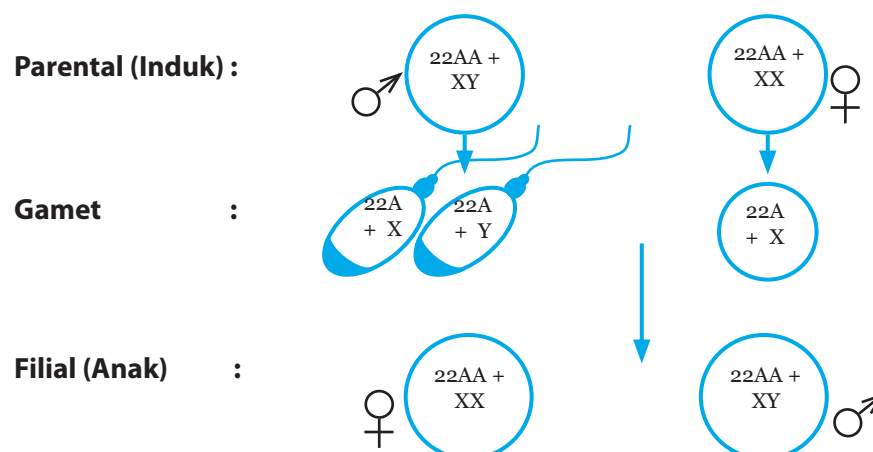
Dari kariotipe tersebut coba jawablah pertanyaan berikut.

1. Berapakah jumlah kromosom penyusun sel tubuh manusia?
2. Apakah kromosom-kromosom tersebut berpasangan?
3. Adakah perbedaan kromosom penyusun tubuh perempuan dan laki-laki? Kalau ada apa perbedaannya?
4. Berapa jumlah kromosom pada sel sperma?
5. Apakah kromosom sel sperma dan sel ovum dalam keadaan berpasangan?

Susunan kromosom pada sel penyusun tubuh berbeda dengan susunan kromosom pada sel kelamin (sel telur atau ovum dan sel sperma). Kromosom pada sel tubuh susunannya berpasangan (Gambar 7.8a dan 7.8b). Keadaan kromosom yang berpasangan disebut dengan diploid (di = dua), sedangkan susunan kromosom pada sel kelamin tidak berpasangan dan disebut dalam keadaan haploid (Gambar 7.8c dan 7.6d). Keadaan diploid ditulis dengan simbol $2n$ dan keadaan haploid ditulis dengan simbol n . Sehingga kromosom sel kelamin jumlahnya setengah dari kromosom sel tubuh.

Jumlah kromosom sel tubuh sebanyak 23 pasang. Karena dalam keadaan diploid atau $2n$, jumlah total kromosomnya $23 \times 2 = 46$ buah kromosom. Kromosom nomor 1 sampai nomor 22 disebut **autosom** (kromosom tubuh), sedangkan kromosom nomor 23 disebut **gonosom** (kromosom kelamin). Kromosom nomor 23 (gonosom) inilah yang membedakan kalian laki-laki atau perempuan. Dalam ilmu biologi, laki-laki diberi simbol ♂ (atau jantan pada hewan dan tumbuhan), dan perempuan diberi simbol ♀ (atau betina pada hewan dan tumbuhan).

Penulisan kromosom kelamin atau gonosom laki-laki ditulis dengan pasangan huruf XY dan untuk perempuan ditulis dengan pasangan huruf XX. Kariotipe atau susunan kromosom laki-laki dapat ditulis dengan rumus $22AA + XY$ dan untuk perempuan ditulis dengan rumus $22AA + XX$. Karena pada sel kelamin kromosom tidak dalam keadaan berpasangan (haploid), maka kariotipe sel kelamin jantan (sel sperma) yaitu $22A + X$ atau $22A + Y$, sedangkan kariotipe sel kelamin betina (sel ovum) yaitu $22A + X$.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 7.9 Diagram Kromosom Perkawinan Laki-Laki dengan Perempuan

Masih ingatkah kamu bahwa sel-sel sperma ada yang mengandung kromosom kelamin Y dan ada yang mengandung kromosom kelamin X? Gen-gen pada kromosom kelamin Y memiliki peranan penting dalam menentukan jenis kelamin pada manusia. Pada sel ovum hanya terdapat autosom dan kromosom kelamin X saja. Jadi, ketika sel telur yang mengandung kromosom kelamin X bertemu dengan sel sperma yang mengandung kromosom kelamin X maka akan menghasilkan anak (keturunan) dengan jenis kelamin perempuan (XX). Jika sel telur yang mengandung kromosom kelamin X bertemu dengan sel sperma yang mengandung kromosom kelamin Y maka akan menghasilkan anak (keturunan) dengan jenis kelamin laki-laki (XY). Keturunan dalam proses pewarisan sifat dapat disebut dengan filial (F), sedangkan orangtua atau induk disebut dengan parental (P).

B. Hukum Pewarisan Sifat

<p>Ayo, Kita Pelajari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persilangan monohibrid • Persilangan dihibrid 	<p>Istilah Penting</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monohibrid • Dihibrid • Parental • Filial 	<ul style="list-style-type: none"> • Gamet
<p>Mengapa Penting?</p> <p>Membantu kamu memahami dasar dari pewarisan sifat, sehingga kamu dapat mengembangkan tanaman maupun hewan yang memiliki kualitas unggul melalui persilangan.</p>		



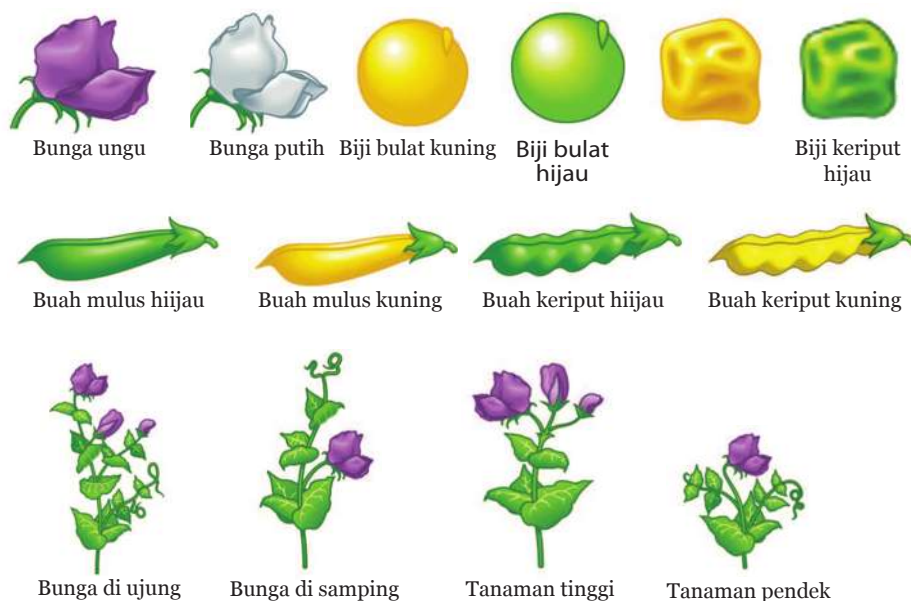
Sumber: Klug, dkk., 2010

Gambar 7.10

Gregor Mendel

Penelitian pertama tentang penurunan sifat dilakukan oleh Gregor Mendel, seorang pendeta dan juga ahli botani dari Austria. Mendel mulai meneliti tentang pewarisan sifat pada tahun 1856 dan mencatat hasil temuannya pada Natural Science Society of Brunn, Austria pada tahun 1866. Beberapa tahun kemudian pada tahun 1900 para ahli botani lainnya meneliti kembali hasil penelitian Mendel dan mereka menemukan kesimpulan yang sama dengan apa yang telah dilakukan oleh Mendel sebelumnya.

Mendel menggunakan kacang kapri sebagai obyek penelitiannya karena kacang kapri memiliki pasangan sifat yang kontras, dapat melakukan penyerbukan sendiri, mudah dilakukan penyerbukan silang, mempunyai daur hidup yang relatif pendek, dan menghasilkan keturunan dalam jumlah banyak. Mendel juga orang yang dikenal pertama kali memperkenalkan teori penurunan sifat. Teorinya dikenal dengan Hukum Mendel. Atas jasanya dalam bidang pewarisan sifat beliau dijuluki sebagai **Bapak Genetika**.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 7.11 Variasi pada Tanaman Kapri

Tahukah kamu bagaimana penelitian Mendel sehingga dapat menghasilkan hukum pewarisan sifat yang sampai saat ini banyak dikenal? Mendel melakukan dua jenis persilangan, pertama Mendel menyilangkan ercis dengan satu karakter beda yang dikenal dengan persilangan **monohibrid** dan menyilangkan ercis dengan dua karakter beda yang dikenal dengan persilangan **dihibrid**.

1. Persilangan Monohibrid (Satu Sifat Beda)

Bagaimana persilangan monohibrid yang dilakukan Mendel? Perhatikan Gambar 7.12! Pada penelitian pertama Mendel menyilangkan ercis berbunga ungu dengan ercis berbunga putih.

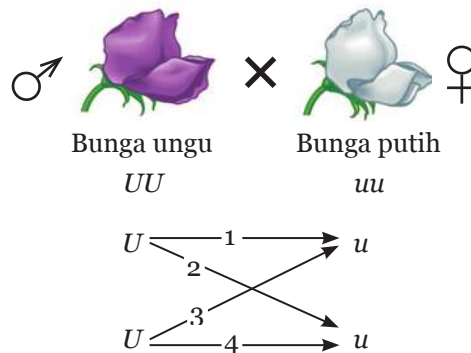
Ternyata, seluruh keturunan pertama berbunga ungu. Namun, ketika keturunan tersebut disilangkan dengan sesamanya maka keturunan kedua memiliki perbandingan 3 berbunga ungu dan 1 berbunga putih.

Parental (P₁):

Fenotip:

Genotip:

Gamet:



Hasil persilangan (Filial 1):
(keempat hasil persilangan)

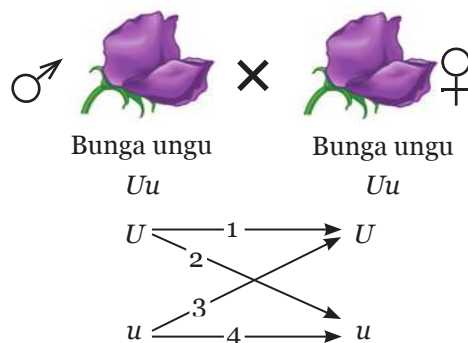


Antar F₁ disilangkan
(Parental 2):

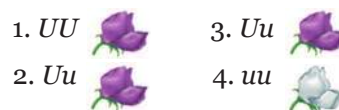
Fenotip:

Genotip:

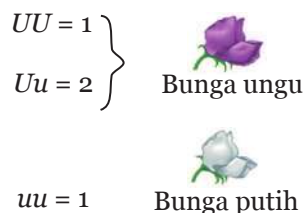
Gamet:



Hasil persilangan (Filial 1):
(keempat hasil persilangan)



Hasilnya:



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 712 Bagan Persilangan Monohibrid



Ayo, Kita Diskusikan

Ayo diskusikanlah dengan teman sebangkumu pertanyaan berikut!

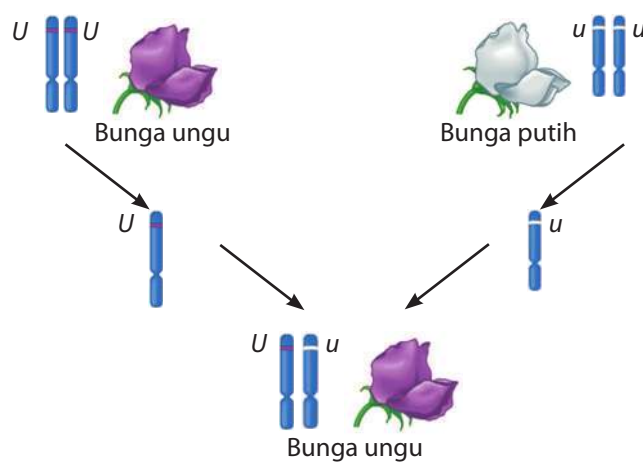
1. Mengapa semua keturunan pertama (filial 1) berwarna ungu semua?
2. Mengapa ketika filial 1 disilangkan dengan sesamanya menghasilkan filial 2 bunga berwarna ungu dan bunga berwarna putih? Dengan perbandingan ungu : putih yaitu 3 : 1 ?

Bagaimana fenomena persilangan Mendel I tersebut dapat terjadi? Ayo simak dengan seksama penjelasan berikut. Masih ingatkah kamu dengan gen atau genotip? Telah kita ketahui bahwa gen terdapat pada suatu untai DNA. Saat sel akan membelah DNA akan menggulung atau memadat membentuk kromosom. Bunga yang berwarna ungu (*UU*) lebih dominan daripada bunga berwarna putih (*uu*). Bunga yang berwarna ungu memiliki zat warna ungu yang disebut **antosianin**. Antosianin ini akan menyerap warna cahaya selain ungu, sedangkan warna ungu sendiri akan dipantulkan dan diteruskan sehingga dapat ditangkap oleh mata kita, sehingga kita dapat melihat warna ungu pada bunga tersebut.

Antosianin ini dikode oleh gen tertentu kita misalkan gen *U*. Gen *U* ini terdapat dalam kromosom tertentu. Dalam sel tubuh (sel somatik) kromosom dalam keadaan berpasangan atau bersifat diploid bukan? Jadi, dalam sel tubuh (sel somatik) ada sepasang gen *U*, sehingga dapat kita tulis genotipnya *UU*. Bunga yang berwarna putih tidak memiliki antosianin karena tidak memiliki gen *U*, sehingga dapat kita tulis genotipnya *uu*.

Pada sel-sel benang sari bunga ungu terdapat kromosom yang awalnya dalam keadaan diploid atau berpasangan, termasuk gen *U* atau memiliki genotip *UU*. Ketika akan membentuk serbuk sari (termasuk di dalamnya bakal sel sperma) sel-sel pada benang sari membelah secara meiosis menyebabkan semua kromosom, termasuk kromosom yang mengandung gen *U* memisah. Selanjutnya, terbentuk sel sperma yang memiliki kromosom yang mengandung gen *U* atau dapat ditulis genotipnya *U*. Begitu pula pada sel-sel putik bunga putih yang akan menghasilkan sel telur (ovum). Di dalamnya terdapat kromosom

yang awalnya dalam keadaan diploid atau berpasangan, namun tidak memiliki gen *U* atau dapat ditulis genotipnya *uu*. Ketika akan membentuk sel telur, sel-sel pada putik bunga putih juga membelah secara meiosis. Hingga akhirnya terbentuk sel telur yang memiliki genotip *u*. Ketika sel sperma yang bergenotip *U* bertemu dengan sel telur yang bergenotip *u* akan terbentuk zigot yang bergenotip *Uu*. Artinya, zigot tersebut memiliki kromosom yang salah satunya mengandung gen *U* atau mengandung gen yang mengkode antosianin. Oleh karena itu dalam bunga yang memiliki genotip *Uu* memiliki warna ungu.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambat 7.13 Pemisahan Gen saat Pembentukan Gamet

Ketika bunga yang memiliki genotip *Uu* disilangkan dengan sesamanya, maka akan dihasilkan sperma yang memiliki genotip *U* dan sperma yang memiliki genotip *u*. Begitu juga sel telur, akan dihasilkan sel telur yang memiliki genotip *U* dan sel telur yang memiliki genotip *u*. Jika sel sperma yang memiliki genotip *U* bertemu dengan sel telur yang bergenotip *U* atau *u* akan terbentuk bunga yang berwarna ungu. Namun, jika sel sperma yang memiliki genotip *u* bertemu dengan sel telur yang memiliki genotip *u*, maka akan dihasilkan bunga berwarna putih dengan genotip *uu* (tidak ada gen pembentuk antosianin). Individu yang memiliki karakter atau sifat yang dikontrol oleh dua gen (sepasang) identik disebut dengan **homozigot**. Dalam hal ini, karakter yang bergenotip *UU* disebut homozigot dominan, sedangkan karakter yang bergenotip *uu* disebut homozigot resesif. Individu yang memiliki karakter atau sifat yang dikontrol oleh dua gen (sepasang) tidak identik (berlainan) disebut dengan **heterozigot**. Dalam hal

ini yaitu individu yang bergenotip Uu . Berdasar penelitian yang telah dilakukan ini Mendel menyatakan suatu hukum yang berbunyi “pada waktu pembentukan gamet terjadi pemisahan alternatif gen atau variasi gen yang disebut juga alel secara bebas”. Hukum ini dikenal dengan **hukum I Mendel** atau Hukum Pemisahan Bebas (segregasi) Mendel.

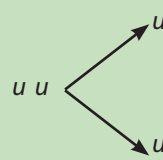
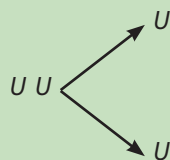


Tahukah Kamu?

Untuk memudahkan menentukan kombinasi gen dari suatu persilangan, maka kamu dapat menggunakan Tabel Punnet (*Punnet Square*). Berikut ini adalah cara penggunaan Tabel Punnet.

a. Buat tabel kosong seperti di bawah ini.

b. Jika gen induk jantan adalah UU dan gen induk betina adalah uu , maka berdasarkan hukum pemisahan bebas Mendel, gen akan terpisah secara bebas pada saat pembentukan gamet. Gen UU berpisah menjadi U dan U , kemudian pasangan gen uu akan terpisah menjadi u dan u .



c. Gunakan baris pertama dari tabel untuk mengisi gen dari induk jantan dan kolom pertama dengan gen dari induk betina. Setiap kolom pada tabel diisi dengan huruf yang mewakili sifat dari gen induk, biasanya ditulis dengan huruf latin dalam bentuk kapital atau huruf kecil.

	U	U
u		
u		

d. Silangkan setiap gen pada tabel, kemudian tulis pasangan gen pada kolom yang sesuai. Gen hasil persilangan merupakan gen yang muncul pada keturunan yang dihasilkan.

	U	U
u	Uu (bunga ungu)	Uu (bunga ungu)
u	Uu (bunga ungu)	uu (bunga putih)

Perbandingan filial (F₂) bunga ungu : putih = 3 : 1



Ayo, Kita Diskusikan

Tentukan kamu telah mengerti persilangan monohibrid atau persilangan satu sifat beda bukan? Nah, sekarang ayo, diskusikan dengan teman sebangkumu fenomena pewarisan sifat pada jenis cuping telinga (melekat dan terpisah). Buatlah diagram persilangan dari ayah yang memiliki karakter cuping yang terpisah dengan genotip GG (dominan) dan ibu yang memiliki karakter cuping yang melekat dengan genotip gg (resesif). Bagaimana karakter cuping anaknya? Bagaimana karakter cuping cucu mereka jika anaknya menikah dengan orang yang memiliki cuping melekat dengan genotip gg (resesif)?

2. Persilangan Dihibrid (Dua Sifat Beda)

Setelah melakukan persilangan pada bunga kapri yang berwarna ungu dan putih, selanjutnya Mendel mengawinkan dua kacang kapri yang memiliki dua sifat berbeda. Salah satu kacang kapri berbiji bulat dan berwarna kuning sedangkan pasangannya berbiji kisut dan berwarna hijau. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya Mendel menetapkan genotip untuk berbiji bulat dan berwarna kuning dengan genotip *BBKK* (dominan) dan kacang kapri berbiji kisut dan berwarna hijau dengan genotip *bbkk* (resesif). Perhatikan bagan persilangan pada Gambar 7.14.

Berdasarkan hukum pemisahan bebas Mendel atau hukum segregasi, setiap gen dapat berpisah secara bebas, dan menghasilkan gamet (sel sperma dan sel ovum) dengan pasangan gen *BK* dan *bk*. Keturunan pertama semua bergenotip *BbKk* sehingga semua kacang kapri berbiji bulat dan berwarna kuning. Selanjutnya Mendel melakukan persilangan kedua antarsesama keturunan pertama (*BbKk* × *BbKk*). Apakah persilangan kedua akan menghasilkan keturunan yang sama dengan persilangan pertama? Jika gamet dari induk adalah *BbKk* maka kemungkinan gamet yang muncul adalah *BK*, *Bk*, *bK*, dan *bk*. Sifat biji bulat dan berwarna kuning merupakan sifat dominan, sehingga setiap genotip dengan bentuk *BBKK*, *BBKk*, *BbKK*, *BbKk* akan berbiji bulat dan berwarna kuning.

Parental (P1):

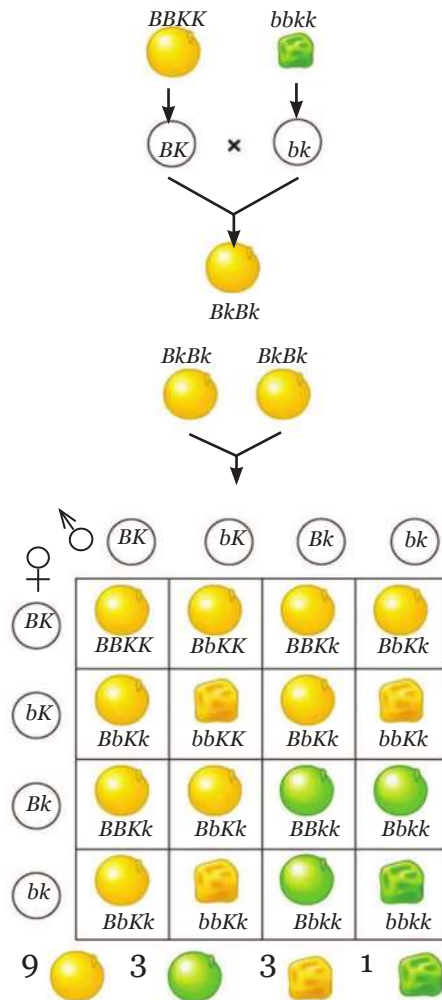
Gamet:

Filial (F1):

Parental (P2):

Gamet

Filial (F2):






Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 7.14 Bagan Persilangan Dihibrid

Berdasarkan hasil persilangan diperoleh kacang kapri berbiji bulat berwarna kuning (*BBKK*, *BBKk*, *BbKK*, *BbKk*) sebanyak 12 buah, berbiji bulat berwarna hijau (*BBkk* dan *Bbkk*) sebanyak 3 buah, berbiji kisut berwarna kuning (*bbKK* dan *bbKk*) sebanyak 3 buah, dan berbiji kisut berwarna hijau (*bbkk*) sebanyak 1 buah, dan diperoleh perbandingan fenotip bulat kuning: kisut kuning: bulat hijau: kisut hijau sebesar 9:3:3:1. Berdasarkan hasil yang tampak pada F₂ ini, Mendel menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang menentukan karakter-karakter berbeda diwariskan secara bebas satu sama lain. Kesimpulan ini selanjutnya dikenal dengan hukum pilihan bebas Mendel atau **hukum II Mendel**. Sekarang, apakah kamu sudah memahami bagaimana pewarisan sifat dari percobaan persilangan monohibrid dan dihibrid?

C. Pewarisan Sifat-Sifat pada Manusia

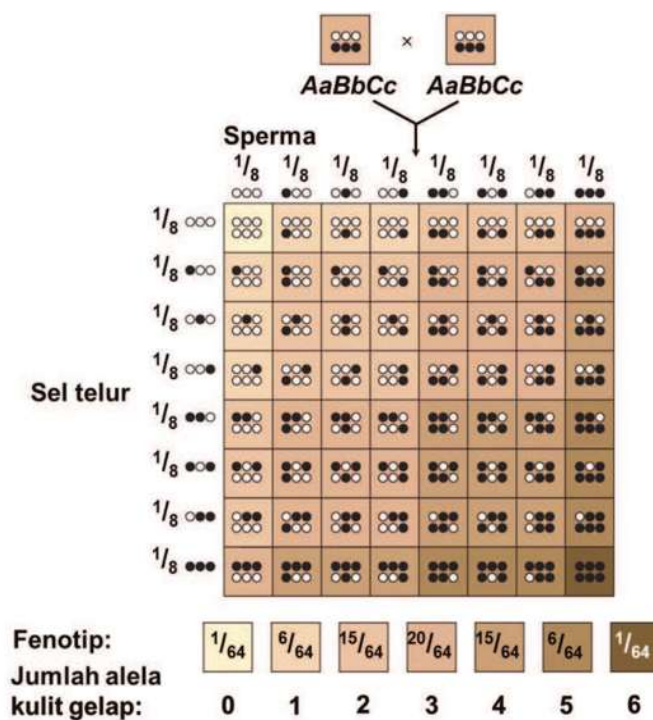
 <p>Ayo, Kita Pelajari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warna kulit • Pertumbuhan rambut • Jenis cuping telinga 	 <p>Istilah Penting</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pigmen • Melanin • Alela
 <p>Mengapa Penting?</p> <p>Membantu kamu memahami bagaimana mekanisme adanya perbedaan atau variasi antar makhluk hidup dan bagaimana pewarisannya kepada anaknya.</p>	

Berikut ini merupakan contoh-contoh pewarisan sifat atau karakter pada manusia yang dapat diamati.

1. Warna Kulit

Setelah kamu mengamati teman-temanmu tentunya kamu melihat warna kulit mereka berbeda-beda mengapa dapat demikian? Warna kulit juga dikode oleh banyak gen. Namun dapat kita sederhanakan menjadi tiga gen. Misalnya tiga gen tersebut yaitu gen *A*, *B*, *C* yang mengkode pembentukan pigmen kulit yaitu melanin sehingga kulit menjadi gelap. Variasi atau alternatif gen lain pada kulit (alela) yaitu

gen a , b , c . Orang yang memiliki gen $AABBCC$ akan memiliki kulit sangat gelap, sedangkan yang memiliki gen $aabbcc$ akan memiliki kulit sangat terang. Orang yang memiliki gen $AaBbCc$ akan memiliki warna kulit sawo matang (tengah-tengah antara sangat gelap dan sangat cerah). Selain akibat gen faktor lingkungan, faktor lain seperti paparan sinar matahari juga berpengaruh pada fenotip warna kulit.

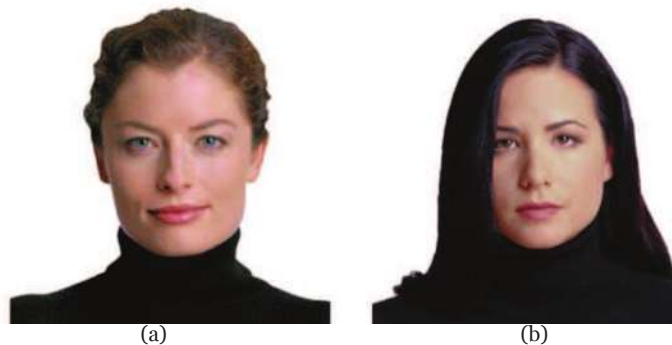


Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 7.15 Model Pewarisan Warna Kulit pada Manusia

2. Bentuk Pertumbuhan Rambut pada Dahi

Ketika kamu mengamati rambut yang tumbuh pada dahi teman-temanmu pasti kamu akan melihat perbedaan. Ada rambut yang tumbuh melingkar biasa atau tumbuh seperti huruf “V” atau yang dikenal dengan *widow’s peak*. Tumbuhnya rambut seperti huruf “V” dikontrol oleh gen W (diambil dari *widow’s peak*). Gen W ini bersifat dominan, orang yang memiliki pertumbuhan rambut pada dahi memiliki gen WW (homozigot dominan) atau gen Ww (heterozigot), sedangkan orang yang tidak memiliki pertumbuhan rambut seperti huruf “V” memiliki genotip homozigot resesif (ww).



Sumber: Reece dkk., 2012

Gambar 7.16 Pertumbuhan Rambut pada Dahi (a) seperti Huruf “V” (Memiliki Gen WW atau Ww), (b) Melengkung (Memiliki Gen ww).

3. Tipe Perlekatan Cuping Telinga

Masih ingatkah kamu pada kegiatan pengamatan karakteristik teman-temanmu? Ketika kamu mengamati telinga teman-temanmu ada yang cuping telinganya melekat dan ada yang terlepas (lihat Gambar 7.7). Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya tipe perlekatan cuping telinga ini juga dikontrol oleh gen, yaitu gen G untuk cuping telinga terpisah atau terlepas dan gen g untuk cuping telinga melekat. Jadi, seseorang yang memiliki gen G (baik bergenotip GG atau Gg) akan memiliki tipe perlekatan cuping telinga terpisah, sedangkan yang memiliki tipe perlekatan cuping melekat memiliki gen gg .

4. Bentuk Rambut

Bentuk rambut juga dikode oleh gen. Ada dua versi gen yang mengendalikan tipe rambut, gen C (dominan) mengkode rambut keriting, dan gen s (resesif) mengkode rambut lurus. Bentuk rambut merupakan kasus yang menarik yang dikenal dominansi tidak sempurna. Artinya, jika kamu memiliki salah satu dari kedua jenis gen tersebut (gen C dan gen s), kamu akan mendapat campuran dari keduanya yaitu rambutmu akan menjadi berombak (Cs). Jadi, orang yang memiliki rambut keriting memiliki genotif CC , orang yang memiliki rambut berombak memiliki genotif Cs , dan yang memiliki rambut lurus memiliki genotip ss .



(a)

(b)

(c)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 7.17 Bentuk Rambut (a) Rambut Keriting, (b) Rambut Lurus, dan (c) Rambut Bergelombang/ Ikal.



Ayo, Kita Selesaikan

Ketika ada seorang laki-laki memiliki rambut bergelombang (Cs) menikah dengan seorang perempuan yang memiliki rambut bergelombang (Cs) juga, bagaimanakah kemungkinan anak-anaknya?

D. Kelainan Sifat pada Manusia yang Diturunkan

Ayo, Kita Pelajari



- Albino
- Buta warna
- Kanker
- Hemofilia



Istilah Penting

- Albino
- Hemofilia
- Mutasi
- Kanker

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana kelainan-kelainan sifat pada manusia diturunkan dari orang tua kepada anaknya.

1. Albino

Pernahkan kamu melihat seseorang yang seluruh tubuhnya putih, termasuk pula rambutnya? Orang yang demikian menderita penyakit albino. Albino merupakan kelainan yang disebabkan tidak adanya zat warna (pigmen) yang disebut zat melanin. Orang yang menderita kelainan ini pada umumnya akan mengalami fotofobia atau takut cahaya. Pigmen melanin berfungsi untuk melindungi kulit dari sinar ultraviolet. Tidak adanya pigmen kulit membuat penderita lebih rentan terserang kanker kulit dan kulit mudah melepuh akibat terpapar sinar matahari. Gen penyebab kelainan ini bersifat resesif (gen a). Orang yang menderita kelainan ini memiliki genotip homozigot resesif (aa), sedangkan orang yang normal memiliki genotip homozigot dominan (AA) sedangkan yang menjadi carrier atau pembawa memiliki genotip heterozigot (Aa).



Sumber: Campbell, dkk., 2008

Gambar 7.18 Anak yang Normal (Kiri) dan Albino (Kanan)

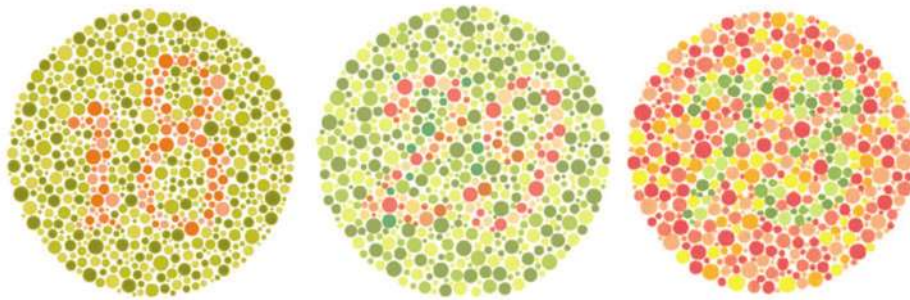


Ayo, Kita Selesaikan

Ketika ada seorang laki-laki pembawa (memiliki genotip Aa) menikah dengan seorang perempuan yang juga pembawa (memiliki genotip Aa). Bagaimanakah kemungkinan anaknya?

2. Buta Warna

Tahukah kamu apa itu buta warna? Buta warna adalah kelainan seseorang yang tidak dapat membedakan beberapa warna dengan baik, biasanya antara merah, oranye, biru, dan hijau. Sekarang coba perhatikan angka pada gambar berikut lalu tebaklah angka yang ada dalam Gambar 7.19 (kamu dapat melakukannya dengan teman sebangkumu).



Sumber: catarac-surgery.info

Gambar 7.19 Tes Buta Warna

Penyakit buta warna diakibatkan gen yang berada pada kromosom kelamin X. Seorang perempuan akan menderita buta warna jika kedua kromosom X mengandung gen buta warna ($X^{cb}X^{cb}$), namun jika hanya salah satu kromosom X yang mengandung gen buta warna ($X^{cb}X$) maka perempuan tersebut akan menjadi pembawa (carrier) gen buta warna tanpa menjadi penderita. Pada laki-laki jika kromosom X mengandung gen buta warna maka akan langsung menderita buta warna ($X^{cb}Y$).

3. Hemofilia



Sumber: www.ehealthyblog.com

Gambar 7.20 Luka pada Orang yang Menderita Hemofilia

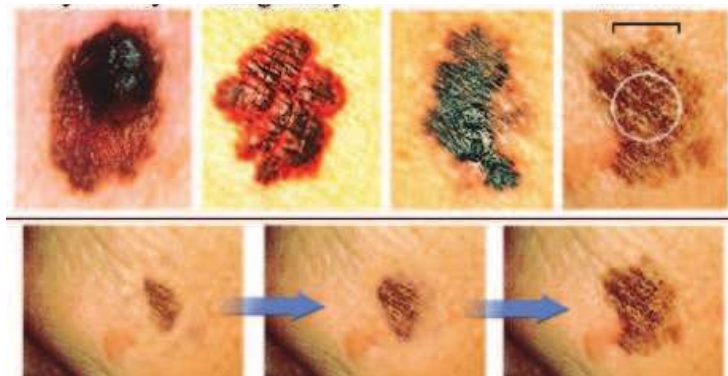
Hemofilia adalah kelainan dimana darah sulit untuk menggumpal saat terjadi luka pada bagian tubuh tertentu yang disebabkan tidak dihasilkannya faktor penggumpalan darah dalam tubuh seseorang. Saat penderita hemofilia mengalami luka disertai pecahnya pembuluh darah, maka darah akan terus mengalir keluar dan sukar membeku sehingga penderita dapat mengalami kekurangan darah dan dapat menyebabkan kematian.

Gen hemofilia terletak pada kromosom X dan sering ditandai dengan lambang X^h (huruf X sebagai penanda jenis kromosom, huruf h sebagai penanda gen hemofilia). Jika wanita memiliki salah satu kromosom X yang mengandung gen

hemofilia (memiliki genotip X^hX) maka ia akan menjadi pembawa (*carrier*) kelainan hemofilia. Wanita dengan kedua kromosom X mengandung gen hemofilia (memiliki genotip $X^h X^h$) akan langsung meninggal (letal) pada saat dilahirkan. Orang laki-laki memiliki satu kromosom X saja, sehingga orang laki-laki yang menderita hemofilia adalah laki-laki yang memiliki kromosom X yang mengandung gen hemofilia (X^hY).

4. Kanker

Pernahkah kamu mendengar penyakit kanker? Kamu tentunya sudah mengetahui bahwa setiap sel akan mengalami pembelahan. Pembelahan secara normal merupakan suatu proses yang disusun dan dilakukan secara hati-hati serta dikontrol oleh berbagai gen. Kanker sebenarnya merupakan perkembangan dari sel tumor, yaitu sel yang terus membelah diluar kendali.



Sumber: img.webmd.com

Gambar 7.21 Kanker Kulit yang Terus Berkembang

Pembelahan diluar kendali ini terjadi akibat adanya mutasi atau kerusakan pada gen pengontrol pembelahan sel. Mutasi ini dapat disebabkan oleh sinar X, sinar UV, sinar gamma, zat kimia berbahaya, atau akibat infeksi virus. Sebenarnya, mutasi yang terjadi pada satu gen saja sebenarnya tidak cukup untuk menghasilkan sel tumor. Hal ini disebabkan tubuh memiliki mekanisme perbaikan gen yang rusak. Namun, sejalan dengan bertambahnya waktu jika semakin banyak mutasi yang terjadi, maka mutasi tersebut akan terakumulasi menjadi banyak dan menyebabkan gen pengontrol pembelahan rusak akibatnya sel-sel membelah tanpa henti. Jika sel tumor ini tidak segera diatasi maka sel-sel tumor dapat terus berkembang dan mampu

untuk menyebar ke seluruh tubuh membentuk berbagai jenis kanker, misalnya kanker kulit, kanker rahim, kanker payudara, dan kanker prostat.



Tahukah Kamu?

Masih ingatkah kamu dengan bom atom yang dijatuhkan di Hiroshima dan Nagasaki, Jepang pada tahun 1945 yang menyebabkan banyak sekali kematian dan kerusakan. Selain itu, bom atom ini juga menyebabkan berbagai jenis kanker pada masyarakat yang masih hidup namun pernah terpapar zat radioaktif dari bom atom ini. Banyak bayi yang lahir mengalami cacat mental dan berpotensi memiliki kanker. Semua ini dapat dihubungkan dengan mutasi genetik yang terjadi akibat radioaktif. Bagaimana radioaktif dapat menyebabkan mutasi gen?

Zat radioaktif akan melepaskan radiasi berupa partikel alfa, partikel beta, dan sinar gamma. Ketika radiasi ini mengenai molekul DNA dengan energi yang cukup, akan merangsang transkripsi gen-gen pengatur pembelahan sel. Hal ini menyebabkan terjadinya pembelahan sel yang tidak terkendali sehingga terbentuk kanker. Selain itu radiasi ini juga dapat menguraikan molekul air dalam sel tubuh sehingga membentuk radikal bebas. Radikal bebas ini merupakan atom yang memiliki elektron yang tidak berpasangan sehingga tidak stabil. Radikal bebas ini dapat menyebabkan kerusakan berbagai molekul dalam sel tubuh manusia termasuk molekul DNA. Meskipun radiasi dari zat radioaktif dapat menyebabkan banyak kerusakan, tahukah kamu bahwa dalam dosis tertentu radiasi ini juga dapat digunakan untuk membunuh sel tumor?

E. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

Ayo, Kita Pelajari



- Pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan dan hewan



Istilah Penting

- Varietas
- Hibrida

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami penerapan pewarisan sifat pada hewan dan tumbuhan sehingga dapat dihasilkan jenis yang unggul.

1. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Tumbuhan

Sudah lama manusia memanfaatkan pengetahuannya terkait dengan genetika di bidang pertanian, salah satunya yaitu dalam penyiapan bibit unggul melalui pembuatan varietas hibrida. Pernahkah kamu mendengar varietas padi hibrida atau jagung hibrida? Varietas hibrida merupakan suatu jenis tumbuhan yang merupakan keturunan dari persilangan antara dua atau lebih jenis tumbuhan yang memiliki karakteristik genetik yang berbeda.

Persilangan ini tentunya juga berdasar pada penemuan yang dilakukan Mendel tentang hukum pewarisan sifat. Varietas hibrida ini dibuat untuk mengambil manfaat dari munculnya kombinasi yang baik dari induk-induk yang disilangkan. Padi hibrida dapat menghasilkan beras 30% lebih banyak daripada padi pada umumnya, lebih tahan terhadap lahan yang kering, lebih pulen, lebih wangi, dan lebih cepat dipanen. Contoh padi hibrida misalnya varietas Arize, Intani, PPH, Bernas Prima, dan varietas IPB 4S. Varietas padi IPB 4S merupakan varietas padi



Sumber: <http://faperta.ipb.ac.id>

Gambar 7.22 Padi Varietas IPB 4S

yang dikembangkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB). Padi ini dikembangkan dalam rangka membantu pemerintah mencegah krisis pangan. Padi varietas ini dapat dipanen setelah ± 112 hari setelah penanaman, memiliki tekstur yang pulen, tahan terhadap hama tungro, dan mampu menghasilkan hasil panen sebesar 10,5 ton/ Ha.

Selain padi juga ada jagung hibrida, misalnya Hibrida C 1, Hibrida CP 1 dan CPI 2, Hibrida IPB 4, Hibrida Pioneer 2, Malin, Metro, dan Varietas Bima. Jagung varietas Bima-14 Batara merupakan jagung hibrida unggul yang dihasilkan dari hasil persilangan galur atau jenis dari Balai Penelitian Sereal dengan galur hasil kerjasama dengan Syngenta, perusahaan asal Swiss yang bergerak dalam bidang agrobisnis termasuk biji dan bahan kimia pertanian serta terlibat aktif dalam penelitian di bidang gen-gen tumbuhan dan bioteknologi. Hibrida Bima-14 Batara ini dapat dipanen sekitar ± 95 hari setelah penanaman, memiliki tinggi ± 199 cm, memiliki perakaran yang kuat sehingga tidak mudah roboh. Penampilan jagung ini kokoh dan seragam, kelobot jagung menutup rapat sehingga tahan penyakit bulai, karat, dan bercak daun. Selain berpotensi hasilnya tinggi, tanaman jagung hasil persilangan ini memiliki ketahanan yang lama sehingga dapat digunakan sebagai pakan ternak sapi dan domba. Bentuk biji jagung ini seperti mutiara dan berwarna kuning sehingga sangat baik digunakan sebagai pakan ternak ayam. Jagung varietas Bima-14 Batara ini mampu menghasilkan hasil panen sebesar 12,9 ton/ha.



Sumber: balitsereal.litbang.deptan.go.id

Gambar 7.23 Jagung Varietas Bima-14 Batara

Selain padi dan jagung, masih ada varietas-varietas hibrida pada tanaman-tanaman lain. Carilah info dari berbagai sumber, misalnya dari majalah pertanian, buku-buku di perpustakaan, internet, atau penyuluh pertanian di daerahmu. Kemudian kemukakan temuanmu dalam diskusi kelas.

2. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Hewan

Pewarisan sifat juga berperan penting dalam pemuliaan hewan, yaitu dalam rangka untuk menghasilkan hewan ternak berkualitas tinggi, misalnya unggas yang mampu menghasilkan banyak telur atau sapi dengan kualitas susu dan daging yang baik. Masih ingatkah kamu dengan ayam potong atau ayam broiler yang sering dikonsumsi orang? Tahukah kamu bahwa ayam potong ini sebenarnya merupakan hasil persilangan beberapa jenis ayam. Ayam broiler dapat dikelompokkan berdasar asal daerahnya antara lain: Amerika, Mediterania, Inggris, dan Asia. Pada umumnya ayam broiler di Indonesia juga berasal dari daerah-daerah tersebut. Contoh jenis ayam broiler dari Asia yaitu jenis *Brahma* yang berasal dari India. Ayam broiler dari Inggris misalnya jenis *Cornish*, ayam ini memiliki tubuh yang pendek, namun menghasilkan banyak daging. Ayam broiler dari Amerika misalnya jenis *Playmouth Rock*, ayam ini memiliki bulu putih keabuan, tubuh besar, daging yang lezat, dan mampu menghasilkan telur dengan baik. Ayam ini dihasilkan dari persilangan ayam *Dominique* dengan ayam jenis *Black Cochin*.



Sumber: en.wikipedia.org

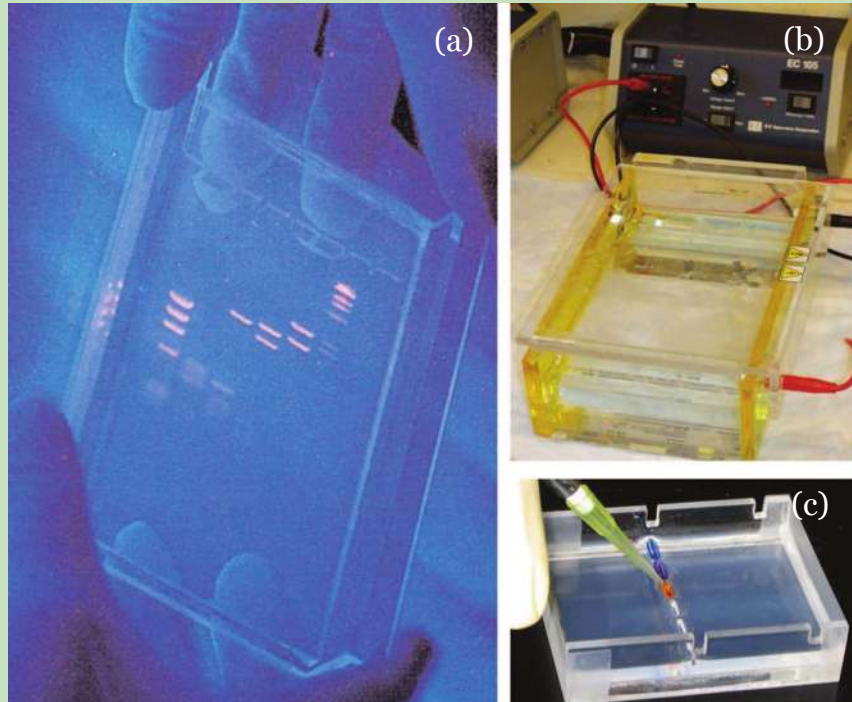
Gambar 7.24 Ayam *Playmouth Rock* Putih



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar tes DNA? Sebenarnya apa itu tes DNA? Apa fungsi tes DNA? Tes DNA merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit keturunan, dan mengetahui orang tua dari seorang anak atau nenek moyang dari suatu keluarga. Tes DNA juga dapat digunakan dalam bidang forensik, misalnya identifikasi korban bencana atau untuk menentukan identitasnya. DNA yang terdapat pada sel tubuh mengandung asam nukleat. Sel tubuh diambil dan diekstraksi dengan cara khusus. Setelah larutan yang mengandung DNA diletakkan dalam wadah yang mengandung gel atau agar dan

dialiri listrik, maka akan terbentuk gambaran seperti untai pita. Terdapat lebih banyak kemiripan untai pita pada individu yang berkerabat (satu keluarga), sehingga dapat digunakan untuk membantu mengidentifikasi korban bencana yang tidak dapat dikenali fisiknya.



Sumber: (a) Campbell, dkk., 2008, (b) thefullwiki.org (c) en.wikipedia.org

Gambar 7.25 Teknik Tes DNA, (a) Pita DNA Hasil Elektroforesis, (b) Alat Elektroforesis, (c) Gel Agarose sebagai Medium dalam Elektroforesis



Ayo, Kita Renungkan

Apa yang terjadi jika setiap manusia di muka bumi memiliki wajah yang sama, hanya ada satu jenis warna bunga, dan hanya satu jenis hewan? Sistem pewarisan sifat telah menciptakan keanekaragaman pada setiap makhluk di muka bumi. Setiap keturunan baru merupakan hasil perpaduan kedua sifat dari kedua orang tuanya. Tuhan menciptakan keanekaragaman di antara makhluknya untuk menciptakan keindahan sekaligus memberi kesempatan bagi setiap makhluknya untuk saling memberi manfaat kepada satu dengan lainnya. Sudah selayaknya keanekaragaman diantara kita semua menjadi suatu hal yang harus dijaga, bukan menjadi tembok pemisah yang menyebabkan kita tidak dapat bersatu.



Info Tokoh



(Abad ke-8)

Al Razi



Mengembangkan penelitian tentang penyakit keturunan.



(781-869)

Al Jahiz



Lingkungan dapat menentukan karakteristik fisik penghuni komunitas tertentu. Warna kulit manusia dipengaruhi lingkungan tempat mereka tinggal.

Gregor J. Mendel



Dikenal sebagai Bapak genetika & membuat dua hukum yang disebut Hukum Pemisahan Bebas dan Hukum Pemilihan Bebas.

(1822-1884)



Rosalind Franklin



Menggunakan teknik kristalografi sinar-X untuk mempelajari struktur DNA.

1950-1953



1954

Watson dan Crick



Menemukan model DNA Helix ganda.

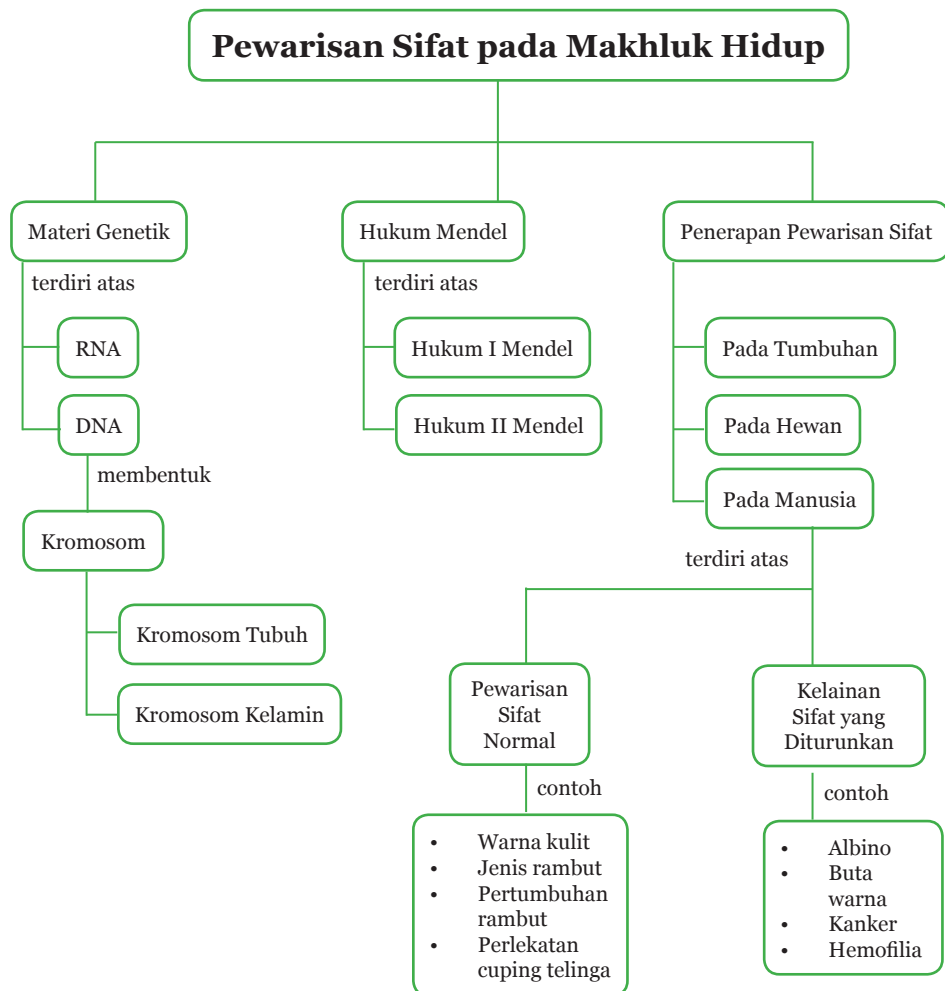


Rangkuman

- Gen merupakan serangkaian rantai senyawa DNA (*deoxyribonucleic acid*) yang bertanggung jawab dalam penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.
- Hukum pewarisan sifat berhasil ditemukan oleh Gregor Mendel melalui percobaan menggunakan kacang kapri. Mendel menemukan proses segregasi (pemisahan) dan asortasi pada sistem pewarisan sifat yang menyebabkan keanekaragaman dari makhluk yang ada di muka bumi.
- Pewarisan pada manusia berkaitan dengan penentuan jenis kelamin, ciri fisik, penentuan jenis golongan darah dan beberapa jenis penyakit yang ikut diturunkan dalam proses pewarisan sifat, seperti buta warna dan hemofilia.
- Genetika berperan penting dalam membantu manusia menyingkap masalah penyediaan bahan pangan. Penerapan genetika memungkinkan manusia untuk merakit bibit unggul pada bidang pertanian dan peternakan, sehingga dapat menghasilkan bahan pangan yang diperlukan manusia.



Peta Konsep





Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Pernyataan tentang kromosom, DNA, dan inti sel yang benar adalah....
 - a. DNA berbentuk double heliks terpilin dalam bentuk kromosom dan berada di dalam inti sel
 - b. DNA berbentuk double heliks terpilin dalam bentuk kromosom dan berada di luar inti sel
 - c. Kromosom menggulung di dalam DNA di luar inti sel
 - d. DNA dan kromosom tidak berhubungan tapi sama-sama berada dalam inti sel
2. Apabila kromosom pada serbuk sari berjumlah 8, maka jumlah pasang kromosom tubuh adalah....
 - a. 32 pasang
 - b. 16 pasang
 - c. 8 pasang
 - d. 4 pasang
3. Pernyataan yang benar mengenai Hukum II Mendel adalah....
 - a. gen bepisah secara acak saat pembentukan gamet
 - b. gen berpisah secara acak saat fertilisasi
 - c. gen bertemu secara acak saat pembentukan gamet
 - d. gen bertemu secara acak saat fertilisasi
4. Gen K mengkode rambut keriting dan k mengkode rambut lurus, K dominan terhadap k. Gen H mengkode warna kulit hitam dan gen h mengkode warna kulit putih. Kombinasi dari gen-gen tersebut yang menunjukkan fenotip rambut lurus kulit hitam adalah....
 - a. KKhh
 - b. KKHH
 - c. kkHh
 - d. KkHh
5. Berikut ini adalah pernyataan mengenai jumlah kromosom manusia:
 - (1) Jumlah kromosom tubuh manusia adalah 23 pasang
 - (2) Jumlah kromosom tubuh manusia adalah 44

(3) Jumlah kromosom tubuh manusia secara keseluruhan adalah 46

(4) Jumlah kromosom sex manusia adalah 2 pasang

(5) Jumlah kromosom sex manusia adalah 4

Pernyataan yang benar adalah....

- a. 1, 2, 3
 - b. 1, 3
 - c. 2, 4
 - d. 4 saja
6. Seorang anak dapat mewarisi sifat dari....
- a. hanya dari ayahnya
 - b. hanya dari ibunya
 - c. dari ayah dan ibunya
 - d. dapat dari ayah atau ibu, tapi tidak kedua-duanya
7. Ciri atau sifat pada manusia diturunkan dari generasi ke generasi melalui...
- a. sel sperma
 - b. sel telur
 - c. sel sperma dan sel telur
 - d. RNA
8. Cara berikut yang paling baik untuk menentukan apakah dua orang bersaudara adalah....
- a. membandingkan tipe darah mereka
 - b. membandingkan tulisan tangan mereka
 - c. membandingkan gen mereka
 - d. membandingkan sidik jari mereka
9. Telah dilahirkan dua bayi kembar, yang satu laki-laki dan yang satu perempuan. Pernyataan berikut yang benar mengenai penyusun genetik mereka adalah....
- a. bayi laki-laki dan perempuan tersebut mewarisi sifat hanya dari sang ayah
 - b. bayi laki-laki dan perempuan tersebut mewarisi sifat hanya dari sang ibu
 - c. bayi laki-laki dan perempuan tersebut mewarisi sifat dari ayah dan ibunya
 - d. bayi laki-laki mewarisi sifat hanya dari ayah dan bayi perempuan mewarisi sifat hanya dari ibu

10. Pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan cara....
- perkawinan silang
 - manipulasi lingkungan hidup
 - melakukan pergiliran tanam
 - penanganan hama

B. Uraian

- Buah A memiliki genotip BB dengan bentuk buah bulat, sementara buah B memiliki genotip bb dengan bentuk buah lonjong.
 - Apabila kedua buah tersebut disilangkan, tentukanlah kombinasi gen antara buah A dan buah B menggunakan tabel Punnet!
 - Apabila gen B dominan terhadap gen b, maka tentukan fenotip dari hasil kombinasi gen yang kamu lakukan!
- Seorang perempuan dengan genotip X^hX pembawa sifat hemofili, menikah dengan seorang laki-laki hemofili dengan genotip X^hY . Tentukan jumlah anak yang hidup dan anak yang mati!
- Kacang biji bulat warna kuning dengan genotip BBKK disilangkan dengan kacang biji lonjong warna hijau dengan genotip bbkk, jika bulat – kuning dominan terhadap lonjong – hijau tentukan:
 - F1
 - F2, jika F1 disilangkan sesamanya
- Pemuliaan tanaman bertujuan untuk menyiapkan bibit tanaman unggul. Apa saja tujuan dari penyiapan bibit tanaman unggul?
- Ginjal merupakan salah organ tubuh manusia. Ketika masih muda ada seseorang yang diambil ginjalnya karena suatu penyakit. Kemudian orang tersebut mempunyai anak.
 - Berapakah jumlah ginjal yang dimiliki anaknya saat dilahirkan?
 - Jelaskan jawabanmu!



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Melacak Sejarah Kesehatan Keluarga

Tujuan: Untuk mengetahui sejarah kesehatan keluarga.

Mafaat: Dengan mengetahui sejarah kesehatan keluarga kamu dapat mengetahui kemungkinan-kemungkinan kesehatan kamu dan anggota keluargamu nantinya sehingga kamu dapat memberi saran kepada mereka untuk lebih hati-hati dalam menjaga pola hidup sehingga dapat hidup selalu dalam kondisi sehat.

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Lembar kotak informasi kesehatan keluarga.
3. Pensil warna
4. Kertas warna
5. Kertas manila/ asturo.

Siapa saja yang penting untuk diwawancarai?

1. Orang tua
2. Kakak dan adik
3. Kakek dan nenek
4. Paman dan bibi
5. Keponakan

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Jelaskan kepada anggota keluargamu bahwa kamu tertarik untuk meneliti sejarah kesehatan keluarga.
2. Kumpulkan beberapa informasi mendasar tentang kesehatan keluarga menggunakan kotak informasi kesehatan keluarga.
3. Jika anggota keluargamu memiliki pengalaman dalam masalah kesehatan, kamu dapat bertanya lebih dalam sehingga kamu memiliki pengetahuan lebih banyak. Carilah tahu semenjak kapan mereka mulai menderita penyakit tersebut, bagaimana gaya hidup atau pola hidup mereka yang mungkin merupakan faktor penyebab penyakit tersebut.
4. Kamu dapat menjelaskan kepada mereka manfaat dari tugas

ini. Dan ingatlah selalu untuk menjaga sopan santun ketika kamu mewawancarai.

5. Setelah selesai buatlah pohon sejarah kesehatan keluarga.

6. Kamu dapat membuat model kotak informasi kesehatan keluarga dan pohon keluarga berdasarkan kreativitasmu.

Berikut ini merupakan contoh lembar kotak informasi kesehatan keluarga:

Nama anggota keluarga:

Hubungan keluarga:

Tanggal lahir : _____

Informasi kesehatan keluarga:

- ☐ Penyakit jantung
- ☐ Kanker
- ☐ Stroke
- ☐ Diabetes
- ☐ Asma
- ☐ Osteoporosis
- ☐ Tekanan darah tinggi
- ☐ Kolesterol tinggi
- ☐ Penyakit lain
- ☐ Gaya Hidup

Apakah perokok?

- ☐ Ya
- ☐ Tidak

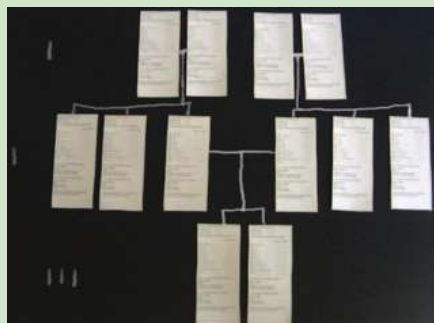
Gaya hidup lain yang mungkin penyebab munculnya penyakit:

Apakah sudah meninggal?

- ☐ Ya
- ☐ Tidak

Jika sudah meninggal, umur meninggal : _____

Penyebab meninggal: _____



Sumber: teach.genetics.utah.edu

Gambar 7.23 (a) Contoh lembar kotak informasi kesehatan keluarga (b) Contoh Pohon Sejarah Kesehatan Keluarga

Bab 8 Bioteknologi Pangan



Indonesia dianugerahi kekayaan alam yang berlimpah. Kekayaan alam berupa tumbuhan dan hewan mampu dimanfaatkan oleh penduduk Indonesia menjadi berbagai olahan makanan. Gambar di atas adalah contoh berbagai produk makanan olahan yang memanfaatkan bantuan mikroorganisme. Bagaimana peran mikroorganisme itu dalam pembuatan produk-produk bahan makanan itu? Untuk menjawab pertanyaan di atas, pahami dan lakukan kegiatan dalam bab ini dengan penuh semangat.

Maha besar Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan makhluk hidup di dunia. Setiap makhluk hidup memiliki peran dan manfaat untuk kehidupan manusia. Banyak teknologi yang dikembangkan oleh manusia untuk menciptakan produk bahan pangan baru dengan memanfaatkan makhluk hidup, misalnya bakteri atau jamur.

Apakah kamu mengetahui tempe? Pernahkah kamu makan tempe? Tempe merupakan salah satu bahan makanan yang dibuat dari fermentasi kedelai dengan bantuan jamur yang ada pada ragi. Tahukah kamu, ternyata tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh dibandingkan kedelai dan memiliki kandungan antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas penyebab kanker.

Jika kamu perhatikan struktur tempe, kamu akan menemukan benang-benang putih pada tempe. Benang-benang itu disebut dengan hifa. Hifa merupakan tubuh jamur yang membentuk jejaring-jejaring. Keberadaan hifa menyebabkan butiran biji kedelai dapat dipadukan menjadi struktur yang lebih kompak dan padat yang kita kenal sebagai tempe. Tempe dapat dikelompokkan menjadi salah satu produk pangan hasil bioteknologi karena dalam proses pembuatan tempe melibatkan suatu mikroorganisme. Selain tempe, apa saja makanan sehari-hari yang merupakan produk dari bioteknologi? Apakah produk dari bioteknologi hanya berupa makanan saja? Untuk mengetahui jawaban dari pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh antusias!

A. Bioteknologi dan Manfaatnya dalam Produksi Pangan

Ayo, Kita Pelajari



- Bioteknologi pangan
- Bioteknologi konvensional
- Bioteknologi modern



Istilah Penting

- Bioteknologi pangan
- Bioteknologi konvensional
- Fermentasi
- Mikroorganisme

Mengapa Penting?



Untuk membantu kamu memahami pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.

1. Pengertian Bioteknologi

Pernahkah kamu mendengar istilah bioteknologi? Tape merupakan produk makanan yang pada proses pembuatannya memanfaatkan bioteknologi. Tape adalah bahan makanan hasil fermentasi dari singkong atau ketan. Tentunya kamu tertarik untuk mengetahui lanjut tentang bioteknologi dan contoh-contohnya termasuk tape bukan? Untuk itu ayo kita lakukan aktivitas 8.1.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.1 Membuat Tape

Tujuan: Membuat tape dari beberapa bahan yang berbeda

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 kg bahan yang mengandung karbohidrat (singkong, sukun, ketan, atau bahan lain yang ada di daerahmu),
2. ragi tape yang biasa digunakan di daerahmu, dan
3. daun pembungkus yang biasa digunakan di daerahmu.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan bersama kelompokmu di rumah sebelum pembelajaran mengenai bioteknologi dimulai.
2. Bersihkan bahan-bahan yang mengandung karbohidrat yang kamu pilih.
3. Masaklah bahan-bahan yang dipilih dengan cara mengukus bahan sampai matang
4. Biarkan bahan-bahan tersebut sampai dingin.
5. Taburi bahan-bahan yang dipilih dengan ragi tape dengan merata
6. Bungkus rapat dengan pembungkus daun yang kamu pilih
7. Biarkan selama 3 hari, setelah 3 hari bawa tape ke sekolah untuk dilakukan pengamatan bersama dengan kelompokmu.
8. Catatlah hasil pengamatan ini pada Tabel 8.1.
9. Tanyakanlah kepada kelompok yang lain hasil pengamatan

terhadap tape yang mereka buat.
10. Tuliskan hasil pengamatan tersebut pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Data Pengamatan Pembuatan Tape

Bahan	Sebelum Diberi Ragi		Setelah Menjadi Tape	
	Tekstur	Rasa	Tekstur	Rasa
Singkong				

Setelah melakukan aktivitas 8.1 coba diskusikanlah pertanyaan berikut.

1. Mengapa dalam pembuatan tape harus ditaburi dengan ragi?
Apa yang terdapat pada ragi tape?
2. Mengapa ragi harus ditaburkan pada saat bahan dalam keadaan dingin ?
3. Mengapa pembuatan tape disebut memanfaatkan produk bioteknologi?

Setelah melakukan Aktivitas 8.1 tentunya kamu semakin paham tentang apa itu bioteknologi. Kata bioteknologi berasal dari kata *bio* dan *teknologi*. **Bioteknologi** merupakan pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia. Bioteknologi bukan merupakan hal baru dalam kehidupan manusia. Perkembangan bioteknologi dimulai sejak tahun 1857, setelah Louis Pasteur menemukan hasil fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme. Pada tahun 1920, proses fermentasi dengan melibatkan mikroorganisme mulai digunakan untuk membuat larutan kimia yang lebih kompleks, seperti pembuatan alkohol. Masih ingatkah kamu, apa yang dimaksud dengan mikroorganisme? Mikroorganisme merupakan makhluk hidup yang berukuran sangat kecil.

Pada saat ini kamu dapat memanfaatkan bioteknologi dalam pembuatan makanan untuk kehidupan sehari-hari, misalnya pada pembuatan tape yang telah kamu lakukan pada Aktivitas 8.1. Perkembangan bioteknologi pangan selanjutnya masuk ke masa

bioteknologi modern dan mulai menerapkan prinsip genetika, biokimia, dan biomolekuler. Bioteknologi modern tidak terlepas dari penemuan enzim-enzim yang membantu dalam proses *genetic engineering* atau rekayasa genetika yang memungkinkan para ilmuwan dapat merancang susunan materi genetik setiap organisme sedemikian rupa sehingga menghasilkan hewan dan tumbuhan yang memiliki kualitas tinggi, misalnya dapat dihasilkan ikan hasil rekayasa genetik yang memiliki ukuran lebih besar dari ukuran ikan normal. Lihatlah contohnya pada Gambar 8.1.



Sumber : www.biotechnology-europe.com

Gambar 8.1 Ikan Hasil Budiaya dengan Memanfaatkan Rekayasa Genetika (Atas) dan Ikan Hasil Budidaya Biasa (Bawah)

2. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Salah satu contoh produk pangan bioteknologi konvensional adalah tape. Tape dibuat dengan memanfaatkan mikroorganisme yang ada pada ragi. Mikroorganisme ini akan mengubah zat organik menjadi zat organik lain. Misalnya, singkong difermentasi menjadi tape dengan menggunakan khamir (suatu jenis jamur yang ada pada ragi) *Saccharomyces cerevisiae*, yang terdapat pada ragi yang dicampurkan, saat proses pembuatan tape. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan tape singkong sebagai hasil fermentasi dapat dilihat pada Gambar 8.2.



(a)

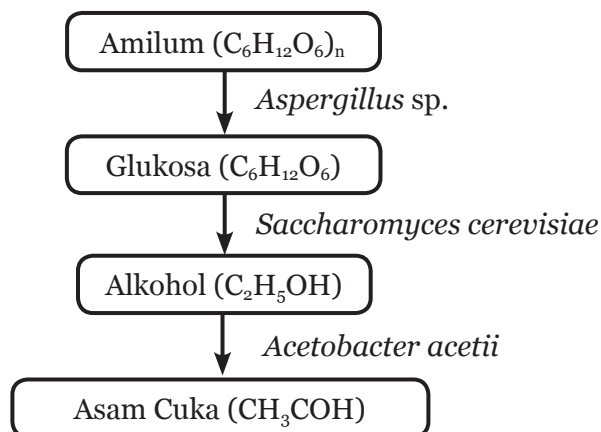


(b)

Sumber : (a) Dokumen Kemdikbud, (b) <http://www.visualphotos.com/>

Gambar 8.2 (a) Tape Singkong; (b) Khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Ragi sangat diperlukan dalam proses fermentasi. Tahukah kamu, mikroorganisme yang terdapat pada ragi tape? Terdapat 3 mikroorganisme yang dapat ditemukan, yaitu *Aspergillus*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Acetobacter aceti*. Mikroorganisme yang terdapat pada tape biasanya memiliki pekerjaan yang saling sinergis, artinya mikroorganisme tersebut akan bekerja saling bergantian untuk mengubah bahan baku dari singkong atau beras ketan menjadi tape. Adapun proses dalam pembuatan tape dapat digambarkan seperti bagan dibawah ini.



Sumber: Hastuti.S.U, 2007

Gambar 8.3 Perubahan Kimia yang Terjadi dalam Pembuatan Tape

Selama pembuatan tape terjadi fermentasi amilum menjadi glukosa yang bantu oleh *Aspergillus sp*, sedangkan untuk mengubah glukosa menjadi produk baru yaitu alkohol dibantu oleh kapang *Saccharomyces cerevisiae*, untuk merubah alkohol menjadi asam cuka

maka proses tersebut dikendalikan oleh *Acetobacter acetii*. Mekanisme antara kerja seperti di atas disebut sinergisme glukosa menjadi alkohol. Proses perubahan ini terjadi karena adanya kerja enzim-enzim pada sel ragi yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses fermentasi tape memanfaatkan respirasi anaerob pada mikroorganisme (pernapasan yang tidak membutuhkan oksigen). Selain pembuatan tape, banyak sekali makanan atau minuman yang merupakan produk dari bioteknologi. Coba kamu cari tahu makanan apa saja yang menerapkan prinsip bioteknologi dalam proses pembuatannya. Kamu dapat memperoleh informasinya dari berbagai sumber, seperti dari internet, buku-buku pengayaan di perpustakaan, atau orang-orang yang tahu tentang hal ini di sekitarmu.



Ayo, Kita Cari Tahu

Ada banyak bahan pangan yang memanfaatkan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Coba kamu cari, makanan atau minuman yang merupakan produk bioteknologi dan identifikasilah mikroorganisme yang berperan dalam produksi makanan atau minuman tersebut. Tulislah pada tabel di bawah ini hasil observasi dan identifikasi yang telah kamu lakukan.

No.	Jenis Bahan Pangan	Bahan yang Dipakai	Mikroorganisme yang Berperan
1.	Tempe	Kedelai	<i>Rhizopus oryzae</i>

Bertanyalah pada orang tua atau orang-orang di sekitarmu ketika melakukan observasi!

Lakukan observasi dengan teliti dan catatlah hasil observasimu dengan rinci dan benar!

Berdasarkan hasil observasi pada kegiatan “Ayo, Kita Cari Tahu” di atas, beberapa makanan dan minuman yang kamu konsumsi adalah produk bioteknologi. Tape, roti, keju, atau yogurt adalah beberapa produk makanan bioteknologi yang mungkin pernah kamu makan. Proses untuk mengolah jenis makanan itu memanfaatkan pengolahan bioteknologi konvensional. Apakah kamu tahu mikroorganisme yang berperan dalam pembuatannya? Simaklah penjelasan berikut!

a. Yogurt

Yogurt merupakan minuman hasil fermentasi susu yang menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini akan mengubah laktosa pada susu menjadi asam laktat. Efek lain dari proses fermentasi adalah pecahnya protein pada susu yang menyebabkan susu menjadi kental. Hasil akhirnya susu akan terasa asam dan kental. Proses penguraian ini disebut fermentasi asam laktat dan hasil akhirnya dinamakan yogurt.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 8.4 Makanan Olahan Yogurt

b. Keju

Keju merupakan bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat pada susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Proses pengentalan ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini akan menghasilkan enzim renin, sehingga protein pada susu akan menggumpal dan membagi susu menjadi cair dan padatan (dadih). Selanjutnya enzim renin akan mengubah gula laktosa dalam susu menjadi asam dan protein yang ada pada dadih. Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dikenal dengan keju.

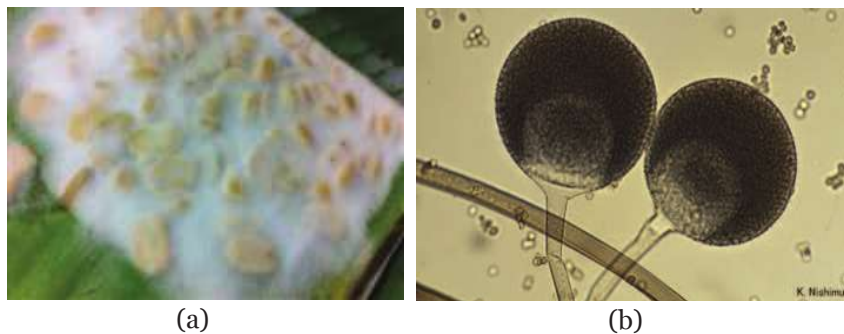


Sumber: <http://cheese-r-us.com>

Gambar 8.5 Jenis-jenis Keju

c. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia yang sering dikonsumsi menjadi salah satu makanan favorit. Tahukah kamu bagaimana cara membuat tempe? Pada dasarnya proses produksi tempe ini menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhan, jamur akan menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak seperti pada Gambar 8.5.



Sumber : (a) Dokumen Kemendikbud; (b) <http://www.pf.chiba-u.ac.jp/>

Gambar 8.6 (a) Tempe; (b) Jamur *Rhizopus oryzae*

Pada waktu pertumbuhan jamur, jamur juga akan membuat suatu enzim protease yang dapat menguraikan protein kompleks yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh kita.

d. Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil bioteknologi yang terbuat dari kacang kedelai. Pada tahap awal kedelai akan difermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus wentii*. Tahap selanjutnya kedelai yang sudah difermentasikan akan dikeringkan dan direndam di dalam larutan garam. Pembuatan kecap dilakukan melalui proses perendaman kedelai dengan larutan garam, sehingga pembuatan kecap dinamakan fermentasi garam. Jamur *Aspergillus wentii* akan merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 8.7 Kecap

e. Roti

Apabila kamu makan roti atau donat, pernahkah kamu berpikir bagaimana membuat roti? Pembuatan roti juga memanfaatkan peristiwa fermentasi yang dibantu oleh *yeast* atau khamir. Yeast merupakan sejenis jamur yang ditambah pada adonan tepung dan akan menimbulkan proses fermentasi. Proses ini akan menghasilkan gas karbondioksida dan alkohol. Gas karbondioksida berperan dalam mengembangkan roti, sedangkan alkohol akan berkontribusi dalam menghasilkan aroma dan memberi rasa pada roti. Adonan akan tampak lebih mengembang dan membesar pada saat adonan dimasukkan ke oven, karena gas akan mengembang pada suhu tinggi.



Sumber: www.mehrad-co.com

Gambar 8.8 Berbagai Jenis Roti yang Memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*

f. Minuman Beralkohol

Bioteknologi pangan juga banyak dimanfaatkan dalam pembuatan minuman beralkohol. Pembuatan minuman beralkohol merupakan proses fermentasi dengan bantuan jamur *Aspergillus oryzae*. Jamur *Aspergillus oryzae* akan menghasilkan enzim amilase yang dapat menguraikan amilum menjadi glukosa atau gula. Selanjutnya, gula akan difermentasikan lanjut menjadi alkohol dan gas karbondioksida. Proses tersebut kemudian akan menghasilkan minuman beralkohol dengan cita rasa tertentu sesuai dengan bahan baku yang digunakan. Lama proses fermentasi akan mempengaruhi jumlah alkohol yang dihasilkan. Semakin lama proses fermentasi, semakin tinggi kandungan alkoholnya. Contoh minuman beralkohol adalah *wine* atau anggur. Bagaimana proses pembuatan wine? Minuman anggur dibuat dari buah anggur dengan memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*

melalui proses fermentasi, seperti halnya fermentasi pada pembuatan alkohol biasanya.

Tahukah kamu, ternyata beberapa makanan dan minuman mengandung alkohol, misalnya pada tape dan roti. Apa dampak bagi tubuhmu, bila mengkonsumsi bahan makanan itu? Tentu kamu tahu bahwa mengkonsumsi alkohol akan merusak kesehatanmu. Pemerintah telah memberi batasan dalam pengonsumsi alkohol melalui BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) dengan memberikan rekomendasi batasan alkohol pada makanan dan minuman sebanyak-banyaknya 5%. Di atas persentase tersebut, BPOM menyatakan makanan dan minuman tersebut berbahaya untuk kesehatan.



Ayo, Kita Diskusikan

Tahukah kamu bagaimana perbandingan nilai gizi produk bioteknologi. Berikut ini adalah hasil analisis kandungan zat gizi pada kedelai dan tempe.

Tabel 8.2. Kandungan Gizi Kedelai dan Tempe

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi 100 gram bdd	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mkg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3
bdd (berat yang dapat dimakan)	(%)	100	100

Sumber: Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia Depkes RI Dir. Bin. Gizi Masyarakat dan Puslitbang Gizi 1991

Coba kamu diskusikan beberapa pertanyaan berikut.

1. Berdasarkan Tabel 8.2, sebagian besar zat gizi pada tempe lebih rendah daripada zat gizi pada kedelai, tetapi mengapa banyak orang menganggap mengkonsumsi tempe lebih baik dari pada mengkonsumsi kedelai? Apakah keuntungan dari mengkonsumsi tempe?
2. Mikroorganisme apakah yang membantu proses fermentasi dalam pembuatan tempe?
3. Menurut kamu, mengapa terdapat perbedaan kandungan gizi pada kedelai dan tempe?

Berdiskusilah dengan teman dalam sekelompokmu dengan tertib dan bertanyalah pada guru kalian bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.



Ayo, Kita Diskusikan

Tempe merupakan makanan khas Indonesia. Hampir seluruh masyarakat Indonesia mengkonsumsi tempe sehingga kebutuhan dan ketersediaan tempe sangat tinggi. Tempe diproduksi dalam skala besar oleh pabrik tempe. Pabrik-pabrik tersebut akan menghasilkan limbah berupa kulit dan ampas biji kedelai. Berdasarkan permasalahan itu coba analisis pertanyaan berikut.

1. Apa dampak limbah yang dihasilkan oleh pabrik?
2. Menurutmu, bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi keberadaan limbah dari pembuatan tempe?
3. Bagaimana cara mengolah limbah pembuatan tempe agar dapat dimanfaatkan oleh lingkungan?



Tahukah Kamu?

Selain berperan dalam produksi pangan, bioteknologi juga banyak dimanfaatkan untuk memperbaiki kondisi lingkungan

yang rusak, digunakan dalam industri pertambangan, dan juga kesehatan. Di bidang pertambangan, misalnya untuk memisahkan biji besi dapat digunakan bakteri jenis *Thiobacillus ferrooxidans*. Untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang rusak, dapat digunakan bakteri yang dapat mengurai suatu jenis polutan tertentu, misalnya dari genus *Pseudomonas* atau dengan menggunakan tanaman tertentu, misalnya eceng gondok dan bunga matahari. Penggunaan makhluk hidup untuk memperbaiki lingkungan yang rusak dikenal dengan istilah **bioremediasi**.



Sumber: denniskunkel.com

Gambar 8.9 Bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*



(a)



(b)

Sumber: aguskrisnoblog.wordpress.com

Gambar 8.10 Foto Pembersihan Polutan yang Dibantu oleh Bakteri Melalui Proses Bioremediasi (a) Foto sebelum Bioremediasi, (b) Foto setelah Bioremediasi

Selain di bidang lingkungan, bioteknologi juga diaplikasikan dalam bidang kesehatan. Produk dari bioteknologi di bidang kesehatan misalnya antibiotik penisilin yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* dan antibiotik streptomisin yang dihasilkan oleh bakteri *Streptomyces*.

3. Bioteknologi Modern

Peningkatan jumlah penduduk berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan pangan. Produksi pangan dengan cara tradisional tidak lagi memadai untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Hal ini menuntut para ilmuwan untuk mencari solusi dalam memproduksi bahan pangan dengan cara yang

lebih baik. Penerapan bioteknologi dalam produksi bahan pangan menjadi solusi terbaik saat ini. Bioteknologi berpotensi meningkatkan produksi tanaman budidaya dan mengurangi pemakaian bahan kimia berbahaya seperti pupuk dan pestisida. Dalam upaya pemenuhan kebutuhan tersebut para ilmuwan mengembangkan bioteknologi modern. Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu. Salah satu produk hasil rekayasa genetik adalah dengan membuat organisme transgenik. Coba selesaikan kegiatan berikut!



Ayo, Kita Diskusikan

Bersama kelompokmu coba kamu perhatikan Gambar 8.11!



Sumber: www.drtylwallace.com

Gambar 8.11 Perbandingan Jagung Tahan Hama dan Jagung Biasa

Salah satu jagung pada gambar merupakan produk transgenik, memiliki sifat tahan hama dibandingkan dengan jagung satunya. Diskusikan pembuatan jagung transgenik bersama dengan teman kelompokmu.

Berdiskusilah dengan teman dalam sekelompokmu dengan tertib dan bertanyalah pada guru bila kamu mengalami kesulitan selama berdiskusi.

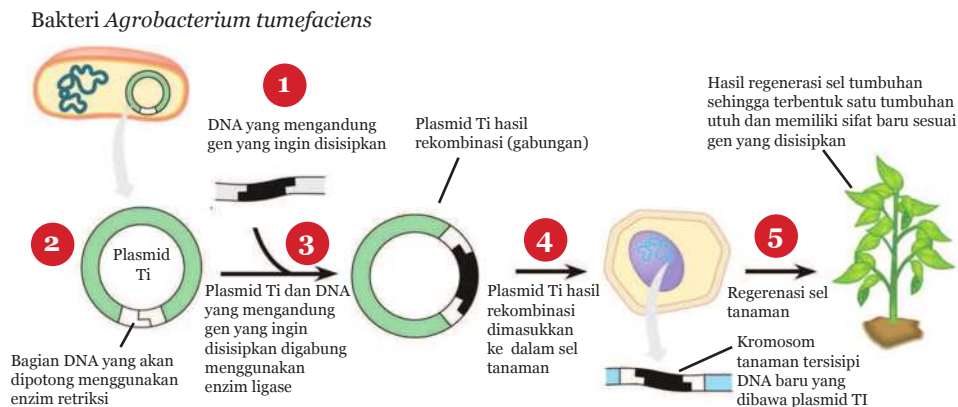
Kamu dapat mencari informasinya melalui berbagai sumber.

1. Bagaimana cara menghasilkan jagung yang memiliki sifat tahan hama?
2. Mengapa jagung transgenik pada gambar tersebut memiliki sifat tahan hama, tidak seperti pada jagung biasa?
3. Apa manfaat dikembangkannya jagung tahan hama bagi manusia?

Melalui teknik rekayasa genetik, para ahli bidang bioteknologi dapat menyusun pola gen sedemikian rupa sehingga menghasilkan organisme yang sifat-sifatnya sesuai dengan kebutuhan. Teknik ini dikenal juga dengan istilah DNA rekombinan, yaitu proses mengkombinasikan DNA suatu organisme ke organisme lain. Pengaturan pola genetik ini melibatkan penggunaan gen organisme lain yang disisipkan ke pita DNA organisme tertentu. Organisme yang menggunakan bagian gen organisme lain di dalam tubuhnya dikenal dengan istilah organisme transgenik. Tumbuhan, hewan, dan bakteri transgenik tidak hanya digunakan untuk keperluan penelitian namun juga untuk memenuhi kebutuhan di bidang medis dan pertanian.

a. Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah mengalami perubahan susunan informasi genetik dalam tubuhnya. Tanaman transgenik ini merupakan suatu alternatif agar tanaman tahan terhadap hama sehingga hasil panen dapat melimpah. Bahkan, tanaman juga dapat direkayasa agar mampu membunuh hama yang menyerang tumbuhan tersebut. Pada tahun 2003 sekitar 67.7 juta hektar yang ditanami oleh 7 juta petani di 18 negara mulai menanam jenis tanaman transgenik. Jenis tanaman yang ditanam antara lain kacang kedelai dan tanaman kapuk yang memiliki ketahanan terhadap herbisida dan insektisida. Bagaimana cara membuat tanaman transgenik? Coba kamu perhatikan Gambar 8.12!



Sumber: Pearson Education, Inc

Gambar 8.12 Teknik Rekayasa Genetika pada Tanaman dengan Bantuan Bakteri *Agrobacterium tumefaciens*

Teknik rekayasa genetika dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu 1) penyiapan fragmen DNA yang akan disisipkan pada DNA tanaman tertentu; 2) penyiapan vektor (perantara) baik plasmid atau menggunakan virus; 3) potongan DNA yang akan disisipkan tersebut digabung (rekombinasi) dengan vektor; 3) DNA gabungan akan disisipkan pada sel-sel tanaman; 4) tanaman akan tumbuh menjadi tanaman dengan sifat baru, sesuai dengan DNA yang disisipkan.

Melalui transgenik juga dapat dikembangkan kacang tanah dan kacang kedelai yang tidak akan menimbulkan reaksi alergi bagi yang mengkonsumsi. Hasil produksi tanaman transgenik yang lolos uji lapangan dapat dipasarkan secara bebas. Tanaman transgenik lain yang telah dikembangkan adalah kentang manis yang tahan virus dan beras dengan kandungan zat besi dan vitamin A yang lebih tinggi. Beras bervitamin A ini lebih dikenal dengan nama *Golden rice*, seperti pada Gambar 8.13.



Sumber: www.goldenrice.org

Gambar 8.13 Perbandingan Beras Normal (Putih) dan *Golden Rice* (Kuning)

Peneliti melakukan modifikasi genetik untuk memproduksi dan mengakumulasi provitamin A atau beta karoten, selanjutnya oleh tubuh manusia provitamin A atau beta karoten akan diubah menjadi vitamin A. Masih banyak lagi tanaman transgenik yang telah dikembangkan. Kamu dapat mencari informasinya lebih dengan menggunakan berbagai sumber belajar.

b. Hewan Transgenik

Selain tumbuhan transgenik, juga ada hewan-hewan transgenik. Pada awalnya hewan transgenik merupakan bahan penelitian para ilmuwan untuk menemukan jenis penyakit yang menyerang hewan tertentu dan cara penanggulangannya. Perkembangan selanjutnya, penerapan teknologi rekayasa genetik pada hewan bertujuan untuk menghasilkan hewan ternak yang memproduksi susu dan daging yang berkualitas, ikan yang cepat besar dan mengandung vitamin tertentu, dan sebagainya.

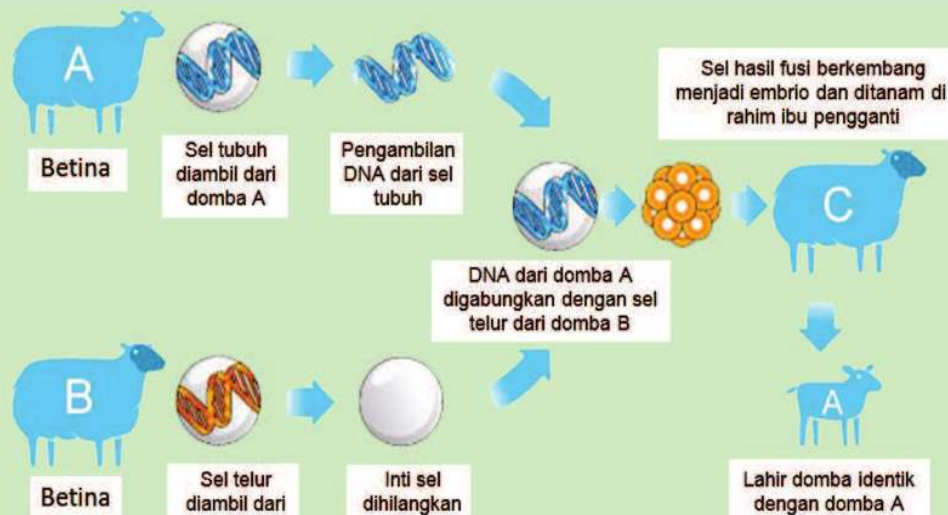
Industri susu juga merupakan target untuk peningkatan transgenik. Peneliti telah menggunakan transgenik untuk meningkatkan produksi susu, dengan membuat susu kaya protein, rendah lemak, dan memproduksi susu yang lebih baik dan cocok untuk dikonsumsi anak manusia. Peningkatan penting yang lain adalah mengurangi penyakit yang menyerang hewan ternak. Peneliti melakukan rekayasa genetik pada hewan ternak, sehingga mampu mengembangkan hewan ternak yang tahan pada penyakit.

Selain pengembangan di bidang pangan, sekarang ini sedang dikembangkan organisme transgenik yang dapat dijadikan sumber pembuatan organ yang dapat digunakan sebagai organ dalam proses transplantasi. Dari semua keunggulan yang dimiliki oleh hewan atau tumbuhan transgenik, setiap orang memiliki kebebasan dalam memilih untuk mengonsumsi atau tidak mengonsumsi bahan makanan transgenik. Oleh karena itu, pada setiap produk transgenik yang beredar di pasaran tetap diberi label khusus yang menandakan bahan pangan transgenik. Produk transgenik juga banyak bermanfaat untuk bidang medis. Salah satu contohnya pemanfaatan organisme transgenik di bidang medis adalah pembuatan hormon insulin melalui bakteri. Insulin merupakan hormon yang dihasilkan oleh pankreas yang berperan penting dalam pencernaan karbohidrat. Insulin digunakan untuk mengobati pasien *Diabetes melitus*.



Ayo, Kita Pahami

Bioteknologi banyak digunakan untuk rekayasa reproduksi pada hewan, misalnya pada proses kloning. Peristiwa kloning adalah seperti menyalin satu individu menjadi individu lain yang sama persis dan identik secara genetik. Kloning merupakan reproduksi asexual yang bertujuan untuk menghasilkan individu baru yang seragam. Kloning juga dimanfaatkan manusia untuk memperoleh jenis-jenis tanaman dan hewan unggul. Agar lebih jelas mari kita perhatikan gambar dan ilustrasi berikut.



Sumber : <http://www.bbc.co.uk/>

Gambar 8.14 Proses Kloning Domba

Tahukah kamu cara mengkloning domba A? Pada tahap pertama kita perlu mengambil beberapa sel tubuh dari domba A. Lalu kita ambil sel telur dari domba B. Sel tubuh domba A diambil inti selnya saja dan sel telur domba B diambil inti selnya sehingga tersisa badan sel telurnya. Inti sel domba A disuntikkan ke dalam sel telur domba B. Selanjutnya sel tersebut akan berkembang menjadi embrio dan diimplantasikan atau ditanam di rahim domba lain (domba C). Setelahnya akan lahir domba yang mirip dan identik dengan domba A. Domba yang lahir akan memiliki sifat yang identik dengan domba pendonor inti sel, pada ilustrasi ini domba A pendonor inti selnya.



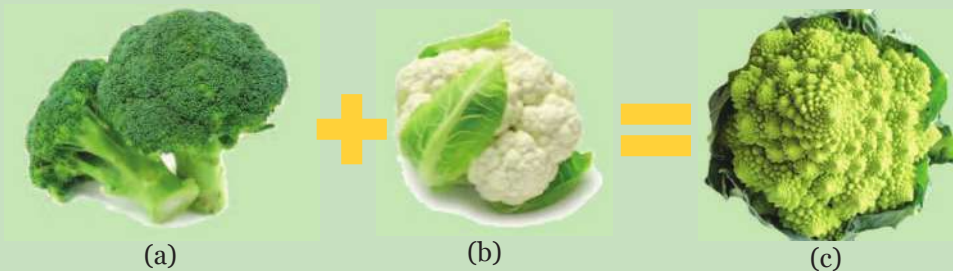
Tahukah Kamu?

Ketika sebuah tanaman terluka, suatu kumpulan sel yang disebut kalus tumbuh lebih cepat pada tempat yang terluka. Sel kalus memiliki kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi batang, tunas, akar dan keseluruhan organ tanaman berbunga dapat dihasilkan pada tempat yang terluka tersebut. Potensi alami dari sel ini untuk melakukan “program ulang” membuat sel tersebut menjadi kandidat yang ideal dalam rekayasa genetik.

Seperti halnya sel tanaman yang lain, sel kalus juga diseliputi oleh selulosa yang tebal pada dinding selnya sehingga dapat menjadi pembatas atau menghambat DNA baru yang akan masuk. Untungnya dinding sel tersebut dapat diuraikan dengan bantuan enzim selulase, sehingga dihasilkan satu sel tanpa dinding yang disebut **protoplas**. Protoplas ini bisa difusikan (digabungkan) dengan protoplas dari spesies lain, sehingga dihasilkan suatu sel yang dapat tumbuh menjadi sebuah tanaman hibrida. Metode ini, disebut **fusi protoplas**. Metode ini telah digunakan pada *broccoflower*, yang merupakan suatu tanaman hasil fusi tanaman brokoli dengan tanaman kol (*cauliflower*).



Sumber : Dokumen Kemdikbud
Gambar 8.15 Proses Fusi Protoplas



Sumber : Dokumen Kemdikbud

Gambar 8.16 (a) Tanaman Brokoli, (b) Tanaman Kol, (c) Tanaman *Broccoflower*

B. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

Ayo, Kita Pelajari



Dampak penerapan bioteknologi di bidang:

- Lingkungan
- Kesehatan



Istilah Penting

- Polusi gen
- Monokultur
- Plasma nutfah

Mengapa Penting?



Memberikan pertimbangan bagimu sehingga kamu dapat lebih bijak dalam menerapkan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan pembahasan sebelumnya kamu tentu telah mengetahui berbagai manfaat bioteknologi dalam kehidupan manusia, khususnya untuk menghasilkan bahan makanan. Selain untuk menghasilkan bahan makanan, sebenarnya masih banyak manfaat dari bioteknologi, baik dalam bidang farmasi, kedokteran, dan industri. Sampai saat ini ilmuwan terus melakukan penelitian dalam bidang bioteknologi yang dapat menghasilkan suatu produk baru sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan manusia. Namun, disamping memberikan berbagai keuntungan penerapan bioteknologi juga menimbulkan kerugian.

Adapun kerugian yang dapat ditimbulkan oleh penerapan dan pengembangan bioteknologi adalah sebagai berikut.

1. Bidang Lingkungan

Masih ingatkah kamu dengan tanaman transgenik atau hewan transgenik? Tanaman atau hewan transgenik memiliki susunan gen yang telah dimodifikasi, baik ditambahkan suatu gen atau dilakukan pengurangan suatu gen organisme tersebut. Organisme transgenik ini jika tidak dikelola dengan baik maka akan dapat mencemari keanekaragaman gen yang ada di lingkungan alami atau merusak plasma nutfah atau yang dikenal dengan “**polusi gen**”. Misalnya tanaman jagung yang tahan terhadap herbisida, maka ketika jagung transgenik ini ditanam di lahan alami maka serbuk sari dapat membawa gen jagung transgenik dan menyerbuki jagung alami. Hal ini membuat gen-gen pada jagung alami sudah terkontaminasi dengan gen-gen dari tanaman jagung transgenik. Tanaman transgenik biasanya merupakan

tanaman unggul, hal ini membuat petani lebih cenderung menanam tanaman transgenik (**monokultur**) dan tidak lagi menanam tanaman lokal. Akibatnya tanaman lokal (bukan tanaman transgenik) akan menjadi langka yang berakibat pula pada penurunan jumlah **plasma nutfah**. Penggunaan tanaman transgenik juga dapat menimbulkan hama baru yang lebih kuat daripada hama sebelumnya dan mengganggu keseimbangan ekosistem.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 8.17 Peneliti sedang Mengamati Monokultur Jagung Transgenik

2. Bidang Kesehatan

Banyak masyarakat yang khawatir bahwa pengembangan tanaman dan hewan transgenik berbahaya bagi kesehatan manusia. Hal ini disebabkan di dalam organisme transgenik terdapat gen asing yang seharusnya tidak ada bahkan tidak untuk dikonsumsi oleh manusia. Gen ini dikhawatirkan memicu munculnya penyakit baru atau bahkan kanker. Berdasarkan hasil penelitian terhadap tanaman kedelai transgenik yang mengandung gen dari kacang Brazil bisa memicu reaksi alergi pada orang tertentu yang sensitif terhadap kacang Brazil. Gen-gen asing tersebut juga dikhawatirkan dapat memicu bakteri untuk resisten sehingga muncul bakteri yang lebih ganas. Beberapa produk bioteknologi misalnya alkohol dapat disalahgunakan untuk dibuat menjadi minuman beralkohol yang apabila dikonsumsi terus menerus dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 8.18 Demonstrasi Warga Menolak Tanaman Transgenik yang dikembangkan oleh Mosanto

3. Bidang Sosial dan Ekonomi

Berbagai produk dari bioteknologi juga berpengaruh terhadap bidang ekonomi dan sosial. Seseorang yang memiliki modal dapat mengembangkan pertanian transgenik yang dapat meningkatkan hasil panen menjadi sangat berlimpah dengan kualitas sangat baik. Hal ini tentunya dapat membuat petani tradisional kalah bersaing dalam pemasaran sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi petani tradisional. Jika masalah ini terus berlanjut maka akan menimbulkan kesenjangan perekonomian yang semakin besar. Begitu juga suatu negara yang sudah maju yang telah mengembangkan organisme transgenik yang memasarkan produknya diperdagangan internasional, tentunya produk negara berkembang akan kalah sehingga penghasilan negara pun dapat berkurang. Hal ini juga dapat membuat negara berkembang menjadi tergantung pada produk negara maju.

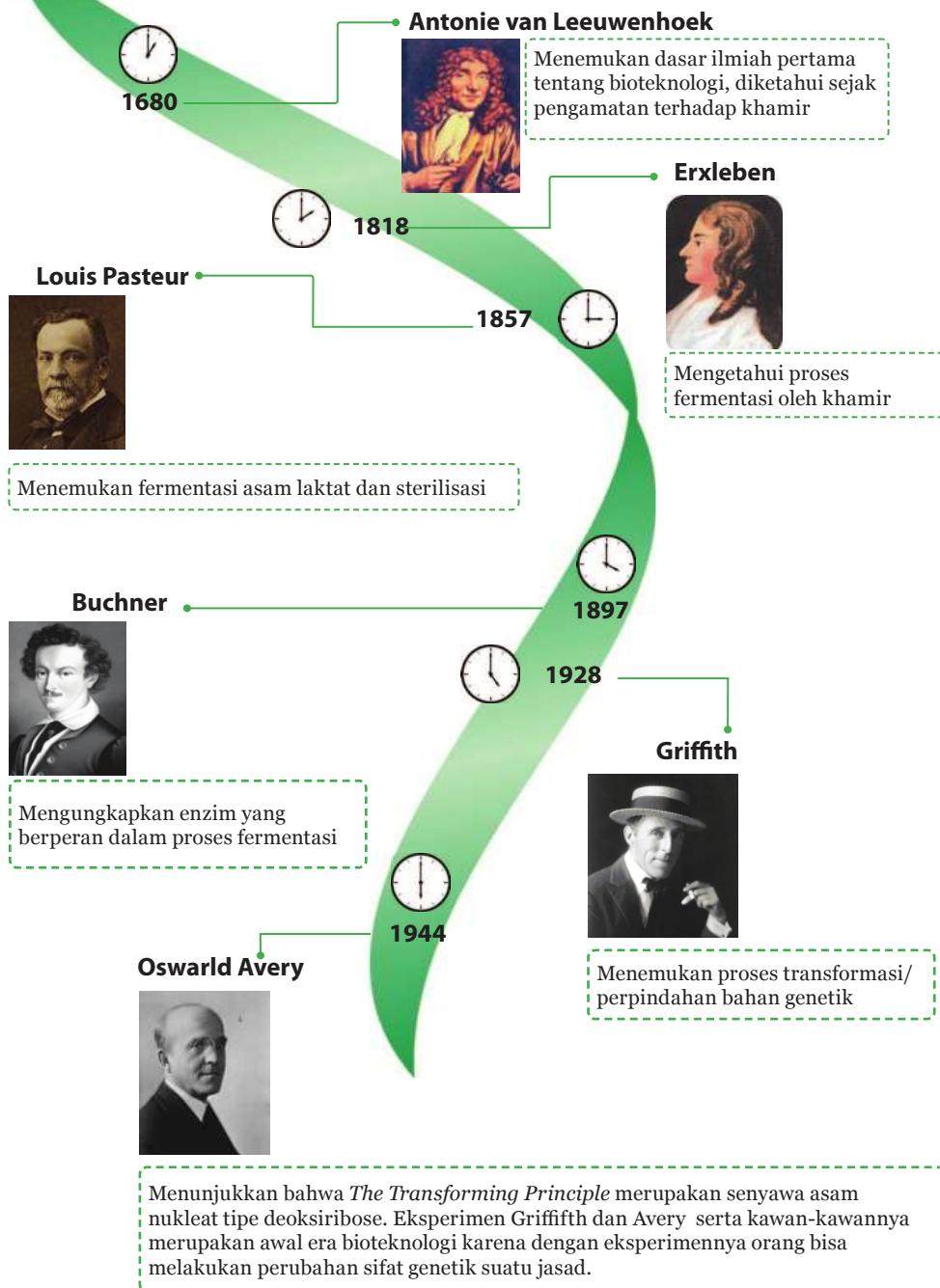


Ayo, Kita Renungkan

Tidak satu makhluk pun diciptakan Tuhan dengan sia-sia. Sering kali kamu mendengar beberapa penyakit di tubuh manusia disebabkan oleh mikroorganisme bakteri dan jamur. Tahukah kamu, ada beberapa mikroorganisme yang justru sangat bermanfaat bagi manusia? Tempe, kecap, dan keju merupakan contoh produk makanan yang telah dikembangkan oleh manusia dengan bantuan bakteri dan jamur dalam pembuatannya. Mikroorganisme tersebut dapat membantu berbagai proses fermentasi. Proses fermentasi oleh mikroorganisme mampu memberi solusi dalam penyediaan sumber pangan baru untuk memenuhi kebutuhan pangan dengan kualitas yang baik untuk tubuh manusia. Melalui rekayasa genetika ilmuwan dapat menyediakan bahan pangan yang berkualitas dan instan untuk manusia. Dengan segala kemanfaatan makhluk hidup kita patut bersyukur dengan apa yang telah diciptakan Tuhan demi memenuhi kebutuhan manusia.



Info Tokoh



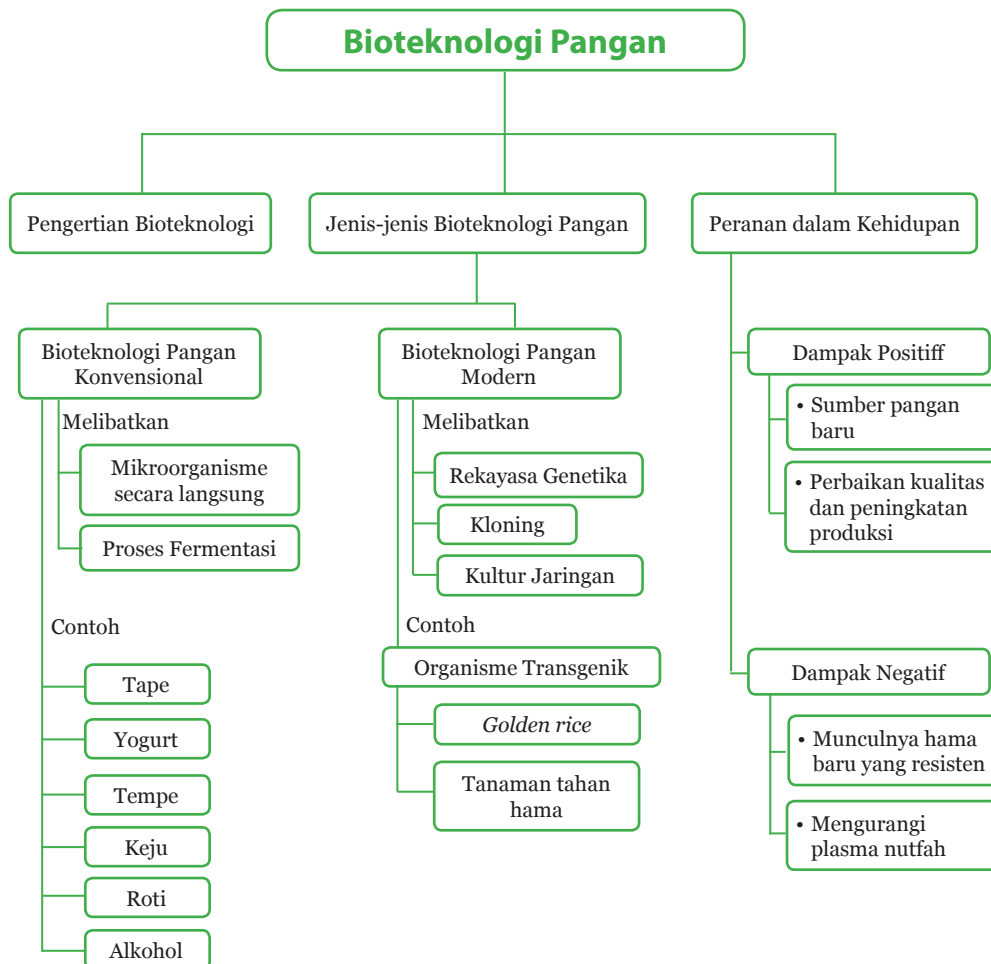


Rangkuman

- Kata bioteknologi berasal dari kata bio dan teknologi. Bioteknologi merupakan pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.
- Bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
- Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan.
- Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara memanipulasi materi genetik, baik dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu.
- Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tape, tempe, yogurt, nata decoco, keju, dan kecap.
- Contoh produk bioteknologi modern adalah organisme transgenik.
- Produk bioteknologi memberikan banyak manfaat bagi manusia. Makanan dan minuman yang dibuat melalui proses fermentasi ternyata menghasilkan bahan makanan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh. Melalui rekayasa genetika mampu diciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap hama, mengendalikan serangan perusak tanaman, dan lain-lain.
- Selain membawa manfaat ternyata bioteknologi dapat merugikan manusia, misalnya: (1) produk bioteknologi hasil rekayasa genetika dapat menyingkirkan plasma nutfah, yaitu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli; (2) produk makanan beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan bila dikonsumsi.



Peta Konsep





Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Produk berikut yang dibuat dengan bantuan bakteri adalah....
 - a. yogurt
 - b. tahu
 - c. sabun
 - d. minyak goreng
2. Berikut ini yang **bukan** termasuk bioteknologi adalah....
 - a. pemanfaatan jamur untuk membuat tape
 - b. pemanfaatan jamur untuk membuat kecap
 - c. menggabungkan dua sifat tanaman dengan cara okulasi
 - d. pemanfaatan bakteri untuk membuat asam cuka
3. Adonan roti yang sudah diberi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) harus ditutup rapat dengan tujuan agar....
 - a. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
 - b. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan karbondioksida
 - c. khamir melakukan respirasi anaerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
 - d. khamir melakukan respirasi aerob yang akan menghasilkan alkohol dan oksigen
4. Jamur *Aspergillus wentii* berperan dalam pembuatan....
 - a. tape
 - b. tempe
 - c. oncom
 - d. kecap
5. Reaksi kimia yang terjadi pada peristiwa fermentasi, seperti pada pembuatan tape adalah....
 - a. glukosa + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{energi}$
 - b. glukosa + $O_2 \rightarrow CO_2 + \text{alkohol} + \text{energi}$
 - c. glukosa $\rightarrow CO_2 + \text{alkohol} + \text{energi}$
 - d. glukosa $\rightarrow CO_2 + H_2O + \text{energi}$

6. Yang membuat roti mengembang pada saat dipanggang adalah....
 - a. karbondioksida yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae*
 - b. alkohol yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae*
 - c. telur yang dimasukkan ke dalam adonan roti
 - d. gula yang dimasukkan ke dalam adonan roti
7. Semakin meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, mendorong dikembangkannya bioteknologi yang dapat memenuhi kebutuhan bahan pangan dengan kualitas yang tinggi. Upaya yang dapat dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah....
 - a. pengembangan teknik fermentasi makanan
 - b. pengembangan protein sel tunggal
 - c. pengembangan hewan transgenik
 - d. pengembangan kloning
8. Bioteknologi dalam penerapannya tidak selalu bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, akan tetapi juga berdampak tidak baik bagi kita. Yang *bukan* dampak buruk dari bioteknologi....
 - a. hasil limbah yang tinggi hasil dari sisa produk bioteknologi
 - b. mengurangi plasma nutfah di Indonesia
 - c. alkohol yang dihasilkan selama proses fermentasi merusak kesehatan bila dikonsumsi
 - d. menciptakan hasil pangan dengan nilai gizi yang tinggi
9. Pembuatan insulin dengan menyisipkan gen pembentuk insulin dengan gen bakteri adalah salah satu contoh aplikasi bioteknologi yang disebut
 - a. rekayasa genetika
 - b. transplantasi
 - c. kloning
 - d. mutasi
10. Minuman yoghurt yang terbuat dari air susu dapat mengobati lambung dan usus yang terluka, proses pembuatan yoghurt tersebut karena hasil kerja dari....
 - a. *Rizhopus oryzae*
 - b. *Streptococcus thermophilus*
 - c. *Neurospora sitophila*
 - d. *Aspergillus wentii*

B. Uraian

1. Perhatikan data gizi bahan makanan berikut.

Zat gizi	Satuan	Komposisi zat gizi 100 gram bdd	
		Kedelai	Tempe
Energi	(kal)	381	201
Protein	(gram)	40,4	20,8
Lemak	(gram)	16,7	8,8
Hidrat arang	(gram)	24,9	13,5
Serat	(gram)	3,2	1,4
Abu	(gram)	5,5	1,6
Kalsium	(mg)	222	155
Fosfor	(mg)	682	326
Besi	(mg)	10	4
Karotin	(mkg)	31	34
Vitamin B1	(mg)	0,52	0,19
Air	(gram)	12,7	55,3
bdd (berat yang dapat dimakan)	(%)	100	100

Sumber: Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia Depkes RI Dir. Bin. Gizi Masyarakat dan Puslitbang Gizi 1991

Data tabel di atas merupakan komposisi zat gizi pada kedelai dan tempe. Berdasarkan tabel tersebut komposisi gizi kedelai lebih bagus daripada tempe, tetapi mengapa banyak orang mengatakan mengkonsumsi tempe lebih baik daripada mengkonsumsi kedelai?

2. Salah satu teknik rekayasa genetik yang dikembangkan adalah kloning, yang dilakukan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki sifat identik dengan induknya. Coba kalian jelaskan bagaimana proses kloning dilakukan oleh para ilmuwan!
3. Bioteknologi berkembang dengan sangat pesat. Sebutkan 5 contoh bahan pangan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang dapat kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari!
4. Perkembangan bioteknologi terus meningkat, sejalan dengan peningkatan kebutuhan pangan masyarakat. Menurut kamu apa dampak negatif dengan penerapan bioteknologi bagi lingkungan?
5. Sebutkan 3 alasan mengapa perlu dikembangkan bioteknologi hewan dan tumbuhan transgenik?



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Observasi Pembuatan Bahan Pangan Bioteknologi

Kamu pasti sudah mengetahui beberapa produk makanan yang merupakan produk hasil bioteknologi yang ada di sekitarmu. Coba observasi ke pabrik, tempat industri atau penjual bahan pangan hasil bioteknologi. Misalnya tape, kecap, tempe, dan keju,

1. Lakukan wawancara dan pengamatan di tempat itu untuk mengetahui proses pembuatan produk bioteknologi.
2. Buatlah sebuah poster hasil observasi yang telah kamu lakukan.
3. Tempelkan poster tersebut di dinding sekolahmu, agar teman-temanmu dapat membaca hasil observasi yang kamu peroleh.

Bab 9 Teknologi Ramah Lingkungan



Bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan masyarakat saat ini. Banyak komponen kehidupan di masyarakat yang menggunakan BBM, di antaranya penggunaan bensin dan solar untuk kendaraan motor, mobil, atau kapal. Dari manakah sumber BBM? Apakah sumber BBM tersebut dapat menyediakan BBM sepanjang masa, atau adakah alternatif sumber lain? Apa dampak penggunaan BBM secara terus menerus terhadap lingkungan? Kamu tentunya ingin mengetahuinya lebih mendalam. Oleh karena itu, pelajari bab ini dengan penuh semangat.

Di era modern sekarang ini, sebagian besar manusia menggunakan energi untuk mempermudah beraktivitas. Masih ingatkah kamu tentang konsep energi? Energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha. Coba perhatikan alat transportasi di sekitarmu seperti sepeda motor, mobil, kapal, kereta api, dan pesawat terbang. Alat transportasi tersebut menggunakan energi untuk mengoperasikannya bukan? Alat-alat rumah tangga pun saat ini menggunakan energi. Dapatkah kamu menyebutkan contoh alat-alat rumah tangga yang menggunakan energi?



Sumber: antaranews.com

Gambar 9.1 (a) Kereta Uap di Indonesia, (b) Penemu Mesin Uap Pertama, James Watt

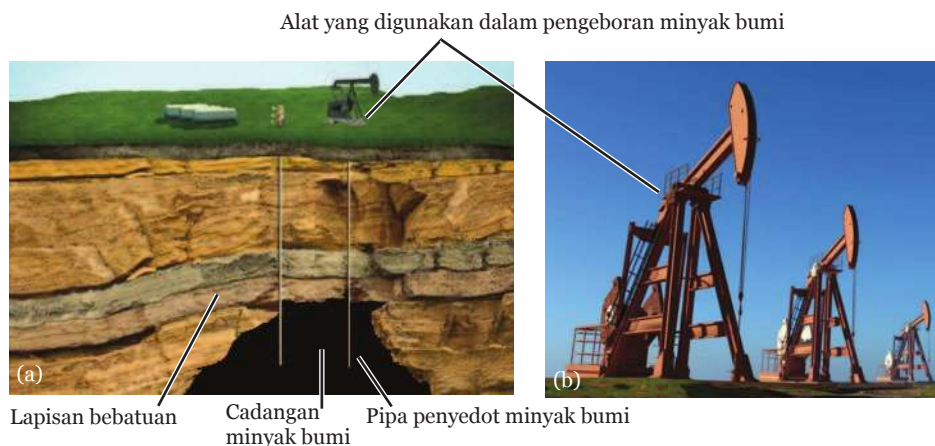
Energi yang digunakan alat transportasi dan rumah tangga dapat bersumber dari alam. Beberapa sumber energi yang digunakan manusia di antaranya adalah batubara, minyak bumi, dan gas alam. Sumber energi tersebut disebut bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup yang ada dalam kerak bumi sehingga tidak dapat diperbaharui karena dibutuhkan waktu jutaan tahun untuk menghasilkannya.

Sumber energi lainnya seperti matahari, angin, aliran air, kayu, dan panas bumi merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui. Sumber energi tersebut dapat terbentuk kembali secara alami dalam waktu-waktu tertentu. Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan berbagai sumber energi untuk kehidupan kita di bumi. Oleh karena itu, kita harus selalu bersyukur atas segala nikmat-Nya dengan menggunakan sumber energi secara bijak dan menjaga ketersediaannya.

Tahukah kamu bagaimana sejarah penemuan bahan bakar dan penggunaan energi di dunia? Menurut sejarah, penggunaan minyak bumi telah ada sejak lima ribu tahun sebelum masehi namun pada

saat itu belum ada penggalian minyak bumi seperti saat ini. Minyak bumi diperoleh hanya terbatas dari rembesan minyak yang ada di permukaan tanah. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan manusia maka minyak bumi diolah menjadi bahan bakar dengan mengolahnya melalui proses destilasi sederhana. Di Eropa kebutuhan minyak bumi sebagai bahan bakar terus meningkat setelah ditemukannya mesin uap oleh James Watt (Gambar 9.1 b) sehingga mendorong revolusi industri. Pada masa itu minyak bumi dianggap sebagai sumber energi yang praktis sehingga mulailah pencarian sumber-sumber minyak bumi dan berkembangnya teknologi pengolahannya.

Pada tahun 1859, teknologi pengeboran minyak bumi pertama kali ditemukan dan minyak bumi dipompa keluar dari dasar bumi di Pennsylvania, Amerika Serikat. Pada perkembangan selanjutnya, ditemukan teknologi destilasi minyak bumi untuk mengubah minyak bumi menjadi bahan bakar seperti bensin dan beberapa minyak yang lain. Kemudian, penggunaan batubara dalam skala luas mulai dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Pada tahun 1885, Carl Benz menemukan mesin yang dapat bergerak menggunakan bahan bakar bensin.



Sumber: (a) www.rigzone.com, (b) www.storify.com

Gambar 9.2 Pengeboran Minyak Bumi

Pada tahun 1990, hampir 40% kebutuhan energi dipenuhi dari minyak bumi. Namun demikian, pernahkah kamu berpikir apabila minyak bumi digunakan terus menerus maka cadangan minyak di bumi akan habis? Selain keberadaan minyak bumi yang semakin menipis, penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar juga memiliki beberapa dampak pada lingkungan bukan? Coba pikirkan apa saja

dampak penggunaan minyak bumi bagi kelestarian lingkungan! Hal yang paling dapat kita rasakan akibat penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar adalah terjadinya pencemaran udara. Oleh karena itu, saat ini mulai banyak ilmuwan yang mengembangkan teknologi-teknologi yang lebih tidak berbahaya bagi lingkungan.

Beberapa teknologi ramah lingkungan yang telah dikembangkan salah satunya adalah teknologi yang menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan angin, cahaya matahari, panas bumi, minyak dari tumbuhan, *biofuel* dan bahkan dari gas hidrogen (H_2). Teknologi tersebut dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan manusia dengan tetap mengutamakan kelestarian alam. Tentu kita wajib bersyukur kepada Tuhan karena telah menciptakan sumber energi tersebut dan memberikan akal pikiran pada manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi sehingga kita lebih mudah melakukan berbagai kegiatan. Masing-masing teknologi yang dikembangkan manusia memiliki keunggulan dan kekurangan. Oleh karena itu, untuk memahami lebih lanjut, ayo kita pelajari bagian berikut ini dengan penuh semangat!

A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan



Ayo, Kita Pelajari

- Teknologi ramah lingkungan
- Prinsip dasar teknologi ramah lingkungan



Istilah Penting

- *Green technology*
- Emisi gas



Mengapa Penting?

Membantu kamu memahami prinsip-prinsip dasar teknologi ramah lingkungan sehingga mempermudahmu menjaga lingkungan disekitarmu

Coba perhatikan alat transportasi yang sering kita gunakan sehari-hari, sebagian besar alat transportasi tersebut menggunakan bahan bakar bensin atau solar bukan? Bahan bakar tersebut merupakan salah satu bentuk minyak bumi yang tidak diperbarui sehingga kamu sering mendengar bahwa sumber minyak bumi tersebut semakin lama semakin berkurang. Seiring kemajuan dibidang teknologi, saat ini

sudah dikembangkan mobil atau motor yang memanfaatkan energi yang dapat diperbarui. Pernahkah kamu mendengar mobil atau motor tersebut? Agar lebih memahami perbedaan antara keduanya coba lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan Gambar 9.3. Bersama dengan teman sebangkumu, identifikasilah hal-hal berikut pada teknologi bus dan mobil surya.



(a)



(b)

Sumber: (a) images google.com (b) Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.3 (a) Bus, (b) Mobil Tenaga Surya

1. Apa bahan bakar yang digunakan kedua alat transportasi tersebut? Coba jelaskan menurut sumber, keterbaharuan, dan keramahan terhadap lingkungan!
2. Bagaimana emisi/produk sisa yang dihasilkan?
3. Apa dampak emisi yang dihasilkan bagi lingkungan dan manusia untuk jangka pendek dan jangka panjang?
4. Manakah dari kendaraan tersebut yang merupakan kendaraan ramah lingkungan dan kendaraan yang tidak ramah lingkungan?
5. Presentasikan hasil diskusi kelompok pada forum diskusi kelas bersama gurumu.

Setelah berdiskusi, kamu telah mengelompokkan manakah kendaraan yang ramah lingkungan dan yang tidak ramah lingkungan bukan? Coba sebutkan apa alasanmu mengelompokkan kedua alat transportasi tersebut! Penjelasanmu ini tentu akan sangat membantumu memahami apa itu teknologi ramah lingkungan. Nah, menurut pendapatmu apakah pengertian teknologi ramah lingkungan?

Teknologi ramah lingkungan (*sustainable technology/green technology*) merupakan bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi tersebut bertujuan untuk memberi kemudahan dan pemenuhan kebutuhan manusia. Suatu teknologi dikatakan teknologi ramah lingkungan jika memenuhi syarat-syarat tertentu. Tahukah kamu apa syaratnya? Untuk menjawabnya, lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Cari Tahu

Perhatikan teknologi yang ada lingkungan sekolah atau rumahmu! Sebutkan nama teknologi dan di mana teknologi tersebut digunakan? Apakah teknologi tersebut ramah lingkungan? Apa saja syarat-syarat teknologi ramah lingkungan? Jelaskan!

Untuk mempermudah kegiatanmu, lakukan kegiatan tersebut dalam kelompok. Gunakan sumber-sumber lain seperti buku, internet atau sumber lain untuk melengkapi hasil diskusimu. Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu atau keluargamu.

Teknologi ramah lingkungan bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk dan jasa untuk kepentingan manusia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan. Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat menggunakan bahan yang dapat didaur ulang. Masih ingatkan kamu dengan sumber energi kelistrikan pada Bab 5? Sumber energi kelistrikan dapat berasal dari matahari, angin, dan air. Sumber energi alternatif juga dipilih karena dapat diperbarui dan tidak mencemari lingkungan.

Lingkungan sekitar kita tidak lepas dari pemanfaatan teknologi, mulai di bidang pertanian, industri besar, dan industri skala rumah tangga. Pemanfaatan teknologi yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, sebagai warga negara yang baik, kamu harus memperhatikan lingkungan di sekitarmu. Selain untuk menjaga kelestarian alam, menjaga lingkungan bermanfaat untuk menjaga kesehatan diri sendiri dan keluarga. Untuk lebih mengenali kelestarian lingkungan, lakukan kegiatan berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.1 Mengidentifikasi Proses, Teknologi, dan Permasalahan Lingkungan

Perhatikan lingkungan tempat tinggalmu! Termasuk kawasan apakah tempat tinggalmu? Apakah kawasan pertanian, perkebunan, peternakan, kawasan industri skala besar, rumah tangga, atau lingkungan perumahan padat penduduk? Setelah mengenali lingkungan tempat tinggalmu, lakukan kegiatan observasi berikut.

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. lembar observasi, dan
3. kamera (jika ada).

Mintalah bantuan orang tua untuk pergi ke tempat tersebut jika memang kelompokmu membutuhkannya.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 anak.
2. Pilih dan pergilah ke suatu kawasan yang memanfaatkan teknologi sesuai dengan kondisi di sekitar tempat tinggal atau sekolahmu! (dapat berupa pabrik atau industri)
3. Deskripsikan hasil observasimu, meliputi hal-hal berikut:

Kawasan/nama tempat	:
Teknologi/alat yang digunakan	:
Bahan baku	:
Produk	:

Apa yang harus diskusikan?

1. Jelaskan teknologi yang digunakan dan proses pelaksanaan pabrik atau industri tersebut!
2. Apakah pabrik atau industri tersebut telah menerapkan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan?
3. Apakah pabrik atau industri menghasilkan limbah?
4. Apakah limbah tersebut berbahaya bagi lingkungan? Jika ya,

sebutkan penyebabnya!

5. Apa dampak limbah yang dihasilkan pabrik atau industri tersebut pada masyarakat dan lingkungan?
6. Apa saran yang dapat kamu berikan untuk mengurangi limbah dan dampaknya bagi lingkungan?
7. Berdasarkan hasil observasi dan diskusi yang kamu lakukan, buatlah kesimpulan!

Berdasarkan kegiatan dan hasil Aktivitas 9.1, bagaimana pendapatmu tentang teknologi ramah lingkungan? Tentunya banyak cara untuk memelihara lingkungan dengan memanfaatkan teknologi lingkungan. Kamu dapat mencarinya di berbagai sumber seperti internet atau buku, bahkan kamu dapat berdiskusi dengan orang tuamu.

B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan



Ayo, Kita Pelajari

Aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam bidang:

- Energi
- Transportasi
- Lingkungan
- Industri



Istilah Penting

- | | |
|----------------------|--------------------|
| • Biogas | • Geothermal |
| • <i>Biofuel</i> | • <i>Fuel cell</i> |
| • Sel surya | • <i>Hydrogen</i> |
| • <i>Hydropower</i> | <i>power</i> |
| • <i>Ocean power</i> | • Biopori |
| • <i>Wind power</i> | • Fitoremediasi |



Mengapa Penting?

Membantu kamu memahami berbagai cara menerapkan teknologi ramah lingkungan sehingga kamu dapat mengembangkan inovasi teknologi yang ramah lingkungan.

Teknologi ramah lingkungan telah diterapkan dalam berbagai bidang antara lain di bidang energi, bidang lingkungan, bidang industri, bidang rumah tangga, dan lainnya.

1. Bidang Energi

a. Biofuel

Biofuel, merupakan teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. *Biofuel*, berasal dari bahan-bahan organik. Tahukah kamu apa yang membedakan *biofuel* dengan bahan bakar fosil? Keduanya memang berasal dari bahan-bahan organik tetapi *biofuel* dapat diolah langsung dari bahan organik seperti tumbuh-tumbuhan sedangkan bahan bakar fosil berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati selama jutaan tahun yang lalu.

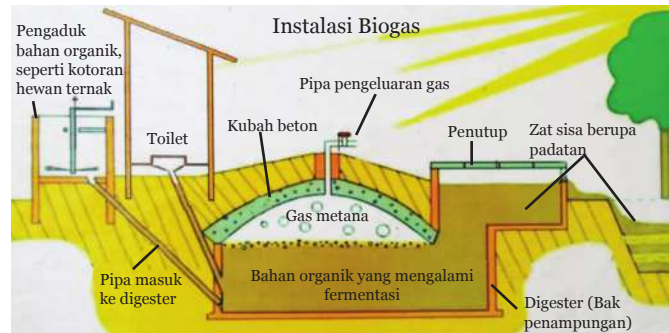
Ada dua jenis *biofuel* yaitu dalam bentuk etanol dan biodiesel. Etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang dapat dibuat dengan fermentasi karbohidrat atau reaksi kimia gas alam. Beberapa tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi seperti jagung, sorgum, atau singkong biasanya digunakan untuk menghasilkan etanol. Sedangkan biodiesel merupakan bahan bakar alami yang biasanya diperoleh dari lemak nabati. Penggunaan bahan bakar dengan sumber alam yang dapat diperbaharui akan sangat membantu kita untuk menjamin kelestarian lingkungan dan ketergantungan pada ketersediaan minyak bumi yang semakin menipis. Selain itu sisa pembakaran dari *biofuel* juga lebih ramah lingkungan.

b. Biogas

Biogas merupakan jenis bahan bakar alternatif yang saat ini sudah banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia. Biogas diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen). Bakteri anaerob tersebut akan mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75%, dan gas lainnya seperti karbondioksida, hidrogen, dan hidrogen sulfida. Namun demikian, gas yang digunakan sebagai sumber bahan bakar adalah gas metana. Bahan organik yang paling sesuai untuk produksi biogas adalah bahan organik yang berbentuk padat, cair, dan homogen. Saat ini kotoran dan urin hewan ternak menjadi pilihan yang sesuai untuk produksi biogas.

Teknik pembuatan biogas secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 9.4. Lingkungan yang memiliki peternakan, tempat atau pabrik pengolahan makanan, seperti tempat pembuatan tahu, tempe,

ikan pindang, dan brem, merupakan tempat strategis bagi pembuatan biogas.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.4 Skema Pembuatan Biogas

Coba kamu pikirkan mengapa harus di tempat-tempat tersebut? Pabrik makanan tersebut menghasilkan limbah organik yang homogen. Para pemilik pabrik dapat menyatukan semua limbah sisa produksi bahan makanan ke dalam saluran pembuangan untuk kemudian diolah menjadi biogas. Teknologi ini tidak hanya bermanfaat karena mampu menghasilkan sumber energi alternatif, namun juga dapat menjaga kebersihan lingkungan dengan pemanfaatan limbah organik dari hewan ternak dan industri pembuatan makanan.

c. Sel Surya (Solar Cell)

Kita dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *photovoltaic (PV) cell*, atau sering disebut *solar cell* atau sel surya. Pada umumnya sel surya ini memiliki ukuran yang tipis (hampir sama dengan selembar kertas) dan terbuat dari silikon (Si) yang dimurnikan atau polikristalin silikon dengan beberapa logam yang mampu menghasilkan listrik.

Tahukah kamu bagaimana sel surya mengubah energi matahari menjadi listrik? Ketika cahaya matahari melalui panel surya, cahaya menghasilkan emisi elektron pada komponen panel. Elektron



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.5 Panel Surya

ini kemudian dihubungkan dengan sistem tertentu sehingga dihasilkan listrik yang selanjutnya dialirkan dan disimpan pada baterai sehingga dapat digunakan pada saat mendung atau malam hari. Energi yang lebih juga dapat digunakan untuk menggerakkan pompa yang memompa udara ke dalam lubang besar dalam tanah. Udara ini memiliki tekanan yang tinggi sehingga ketika dilepaskan dapat memutar turbin dan menghasilkan listrik.

Kita dapat memasang panel surya pada atap rumah atau menyusunnya dalam lembaran-lembaran, dinding bangunan, atau pada permukaan benda lain. Teknologi terbaru pada panel surya ini adalah adanya motor elektrik yang dapat menjaga panel surya tetap menghadap cahaya matahari pada siang hari. Dengan demikian, mekanisme panel surya ini akan mengumpulkan energi 30-40% lebih banyak dari panel surya biasa.

Tahukah kamu bahwa 1 dari 4 penduduk dunia tinggal di negara yang kurang berkembang dan belum menikmati aliran listrik? Pemanfaatan teknologi panel surya menjadi salah satu cara bagi masyarakat untuk tetap menikmati aliran listrik. Pembangkit listrik tenaga surya ini sekarang sudah digunakan secara besar-besaran di Portugal, Spanyol bagian selatan, Jerman, Korea Selatan, dan Amerika. Saat ini, Indonesia memulai penggunaan teknologi ini untuk memasok listrik di daerah yang belum mendapat aliran listrik. Kita sebagai anak bangsa tentunya harus banyak belajar mengenai teknologi ini sehingga teknologi ini dapat diterapkan di seluruh pelosok nusantara, sehingga semua penduduk Indonesia dapat menikmati adanya aliran listrik.

Panel surya memiliki beberapa keunggulan, di antaranya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, mampu menghasilkan energi cukup besar, dan mudah dipasang atau dipindahkan atau dikembangkan. Meskipun memiliki banyak keunggulan, panel surya juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah membutuhkan sistem penyimpanan listrik dan komponen pada panel surya ini termasuk jenis sampah yang berbahaya sehingga harus didaur ulang dengan benar setelah pemakaian selama 20-25 tahun. Saat ini masalah yang muncul dalam penerapan teknologi ini yaitu tingginya harga produksi dari panel surya. Meskipun begitu, akhir-akhir ini panel surya merupakan teknologi yang berkembang cepat untuk menghasilkan listrik.

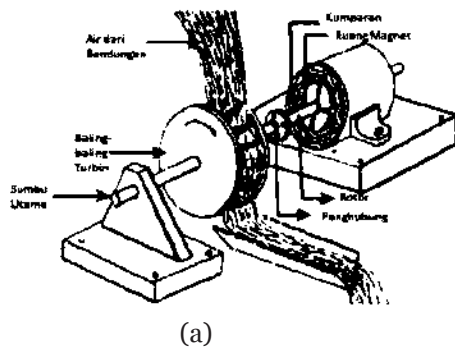


Ayo, Kita Diskusikan

Indonesia terletak di daerah khatulistiwa sehingga sinar matahari mudah diperoleh. Menurutmu, apa yang harus dilakukan Indonesia agar dapat memanfaatkan energi matahari untuk pengembangan teknologi yang ramah lingkungan? Coba jelaskan pendapatmu!

d. Pembangkit Listrik Tenaga Air (*Hydropower*)

Tenaga air atau *hydropower* menggunakan energi gerak (energi kinetik) dari aliran air untuk menghasilkan listrik. Siklus air dari *hydropower* diawali adanya evaporasi atau penguapan air yang kemudian membentuk awan dan hujan. Air hujan yang terdapat pada dataran tinggi, selanjutnya mengalir ke daerah yang lebih rendah melalui sungai.



(a)



(b)

Sumber: Bhopal, 2012

Gambar 9.6 (a) Skema Pembangkit Listrik Sederhana Tenaga Air, (b) Pembangkit Listrik yang Telah diterapkan di Masyarakat

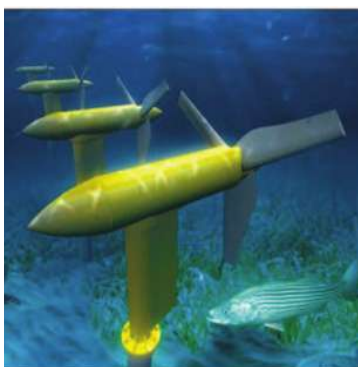
Cara yang paling umum untuk memanfaatkan *hydropower* ini yaitu dengan membangun bendungan yang membentangi sungai besar untuk membentuk tempat penampungan air. Air yang dibendung dialirkan melalui suatu pipa besar dengan debit atau laju tertentu untuk memutar turbin yang akan menghasilkan listrik. Secara umum, alat pembangkit listrik tenaga air terdiri atas generator dan turbin. Generator terdiri atas dua bagian utama yakni stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam yang terdiri atas lilitan kabel dan suatu silinder, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar mengelilingi poros. Poros pada rotor generator terhubung dengan rotor pada turbin

sehingga ketika turbin bergerak berputar karena adanya aliran air maka lilitan dalam stator akan menghasilkan energi listrik. Jadi, cara kerja pembangkit listrik tenaga air ini mengubah energi gerak dari turbin menjadi energi listrik yang dihasilkan melalui generator.

Hydropower merupakan sumber energi terbarukan pertama yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain; dapat menghasilkan energi yang besar, membutuhkan biaya yang sedikit, dan sedikit menghasilkan emisi CO₂. Di samping itu, teknologi *hydropower* ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain banyaknya tanah yang terganggu dan pengalihan tempat tinggal penduduk, menyumbang emisi metana (CH₄) yang dilepaskan di udara akibat terurainya organisme yang mati dalam air, dan mengganggu ekosistem air di daerah muara.

e. Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut dan Ombak (*Ocean Power*)

Kita juga dapat menghasilkan listrik dari aliran air yang berasal dari pasang surut air laut dan ombak. Di beberapa pantai dan muara, level ketinggian air dapat naik atau turun hingga 6 meter bahkan lebih. Bendungan dibangun melintasi bibir pantai dan muara untuk mengambil energi pada aliran air laut ini untuk digunakan sebagai *hydropower*. Saat ini masih sedikit negara yang menerapkan teknologi ini. Salah satu negara yang sudah menerapkan yaitu di kota La Rance, Prancis. Hal ini disebabkan pembangunan teknologi ini membutuhkan biaya yang sangat besar, alat mudah rusak akibat korosi oleh air laut dan badai, serta di dunia hanya sedikit daerah yang cocok untuk dibangun teknologi ini.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.7 Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut

Selama bertahun-tahun, ilmuwan dan para teknisi telah mencoba untuk menghasilkan listrik dengan cara mengambil energi dari ombak sepanjang pantai. Mereka telah membuat teknologi berbentuk tabung yang terbuat dari baja dan mirip dengan rantai ular yang dipasang di pantai Portugal. Alat ini akan naik dan turun akibat adanya ombak, dan dapat menghasilkan listrik. Apakah kamu tertantang untuk mengembangkan teknologi ini di Indonesia?

f. Pembangkit Listrik Tenaga Angin (*Wind Power*)

Perbedaan derajat dari sinar matahari yang menyinari bumi pada daerah ekuator dan daerah kutub menyebabkan perbedaan panas di antara daerah tersebut; bersama dengan rotasi bumi, menciptakan aliran udara yang disebut angin. Kita dapat menangkap bentuk tidak langsung dari energi matahari ini dengan turbin angin yang dapat mengubahnya menjadi energi listrik. Akhir-akhir ini, pembangkit listrik tenaga angin menjadi sumber energi dunia terbesar kedua setelah panel surya.

Ada dua jenis pembangkit listrik tenaga angin yang saat ini dikembangkan, yaitu: pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun di daratan dan yang dibangun di pantai seperti yang tampak pada Gambar 9.8.



(a)



(b)

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.8 (a) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Daratan, (b) Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Dibangun di Lautan

Pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun di daratan harus terletak di daerah yang jauh dan sedikit populasi penduduk. Meskipun pembangkit yang dibangun di pantai membutuhkan biaya yang lebih

besar, tetapi pembangkit ini memiliki potensi yang besar. Hal ini disebabkan angin akan bergerak lebih cepat di pantai, lebih kuat, dan lebih stabil daripada angin yang bergerak di daratan, selain itu suara yang ditimbulkan dapat diredam dengan adanya suara ombak.

Tidak seperti minyak dan batubara, angin tersebar luas dan tidak pernah habis, dan pembangkit listrik tenaga angin sangatlah bebas polusi. Pembangkit listrik ini dapat dibangun dalam waktu 9-12 bulan dan dapat dikembangkan lebih besar lagi jika diperlukan. Pembangkit listrik tenaga angin merupakan cara paling murah untuk menghasilkan listrik. Jika teknologi ini diterapkan di Indonesia diperkirakan Indonesia tidak akan kekurangan listrik, bahkan listrik di Indonesia akan berlebih.

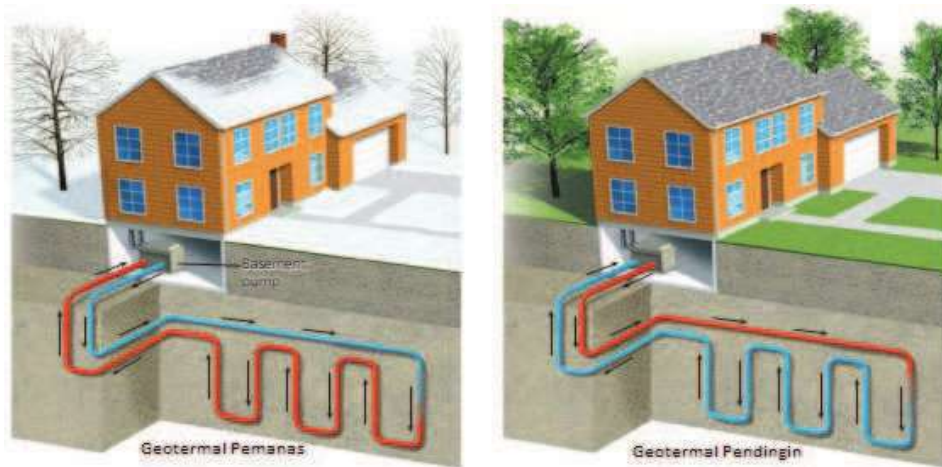
Namun demikian, ada beberapa hal yang perlu dipikirkan ketika membangun pembangkit listrik tenaga angin di suatu daerah di antaranya adalah keberadaan angin yang harus cukup besar dan stabil. Coba kamu pikirkan, daerah manakah di daerah perkotaan yang padat penduduk dan daerah yang jarang penduduk yang membutuhkan banyak pasokan listrik? Daerah padat penduduk lebih banyak membutuhkan pasokan listrik, sedangkan pembangkit listrik tenaga angin harus dibangun di tempat yang jarang penduduknya. Oleh karena itu, pendistribusian listrik yang dihasilkan tidaklah mudah dan murah. Hal inilah yang menjadi salah satu alasan di negara kita sehingga belum ada pembangkit listrik tenaga angin yang dibangun dalam skala besar. Meskipun demikian, di Indonesia sudah mulai mencoba membangun pembangkit listrik tenaga angin, misalnya di Nusa Penida, yaitu suatu pulau kecil di selatan pulau Bali dan juga di Nusa Tenggara Timur.

Setelah mengetahui beberapa kendala dalam penerapan pembangkit listrik tenaga angin bukan berarti kita tidak dapat mencoba menerapkannya di Indonesia. Hal tersebut bukanlah alasan bagi kita untuk tidak berusaha mencoba teknologi tenaga angin ini, justru sebagai anak bangsa kita harus terus berupaya melakukan inovasi dalam mengembangkan teknologi baru agar dapat mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut. Coba perhatikan daerah tempat tinggalmu, apabila daerahmu merupakan tempat yang memiliki angin yang cukup besar dan stabil mungkin saja suatu saat nanti kamu dapat membangun pembangkit listrik tenaga angin untuk mencukupi kebutuhan listrik di daerahmu secara mandiri.

g. Geotermal

Energi geotermal merupakan panas yang tersimpan dalam tanah, lapisan dasar bumi, dan cairan dalam kerak bumi. Kita dapat menggunakan energi yang tersimpan ini untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan serta menghasilkan listrik. Ilmuwan memperkirakan bahwa hanya dengan menggunakan 1% dari panas yang tersimpan sedalam 5 km dalam kerak bumi akan menghasilkan energi 250 kali lebih banyak dari minyak dan gas alam yang tersimpan di seluruh lapisan bumi.

Salah satu cara untuk mengambil energi geotermal ini dengan menggunakan sistem pompa panas geotermal "*geothermal heat pump system*". Sistem ini dapat memanaskan dan mendinginkan sebuah rumah dengan memanfaatkan perbedaan temperatur. Di negara yang memiliki empat musim, pada musim dingin, suatu pipa yang diletakkan dalam tanah dapat mengalirkan cairan yang membawa panas dari dasar bumi menuju sistem pendistribusian panas di rumah. Sebaliknya, pada musim panas, sistem ini bergerak berlawanan, memindahkan panas dari rumah dan menyimpannya dalam tanah.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

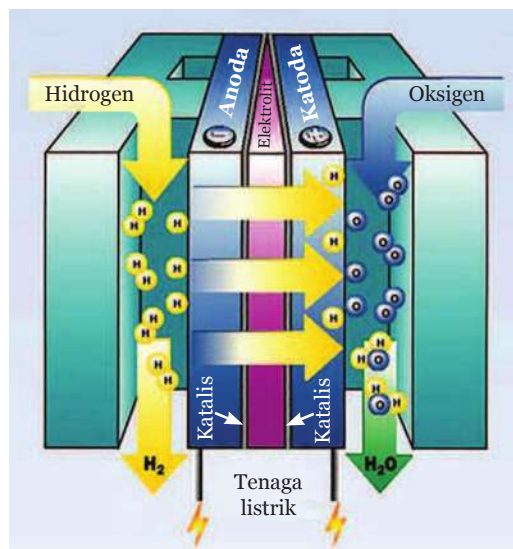
Gambar 9.9 Aplikasi Geotermal dalam Skala Rumah

Kita juga dapat mengambil energi dari lapisan bumi yang lebih dalam dengan sistem yang disebut *hydrothermal reservoir*. Beberapa batuan di dalam bumi memiliki suhu sangat tinggi yang disebabkan oleh adanya pemecahan material radioaktif yang terkandung dalam batuan tersebut. Air dalam tanah bertemu dengan batuan panas sehingga terbentuk uap yang kemudian terakumulasi di antara

bebatuan tersebut. Uap air yang terkumpul dalam jumlah besar akan menimbulkan tekanan yang tinggi. Jika kita mengebor bagian tersebut dengan bantuan pipa khusus maka uap air akan keluar dengan kecepatan yang besar. Aliran uap inilah yang dapat digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga dapat menghasilkan listrik.

h. Fuel Cell dan Hydrogen Power

Matahari menghasilkan energi yang menjaga keberlangsungan hidup di bumi melalui penggabungan inti (fusi) atom-atom hidrogen. Hidrogen merupakan unsur kimia paling sederhana dan paling banyak di alam semesta. Perlu kamu ketahui bahwa, hidrogen yang banyak di alam semesta bukanlah hidrogen bebas yang dapat langsung dimanfaatkan sebagai bahan bakar, tetapi hidrogen tersebut banyak dalam bentuk senyawa, misalnya hidrogen pada air (H_2O). Oleh karena itu, para ilmuwan menyatakan bahwa gas hidrogen (H_2) akan menjadi bahan bakar di masa depan. Agar hal itu dapat terwujud, ilmuwan saat ini fokus untuk mengembangkan sel bahan bakar "*fuel cell*" yang menggabungkan gas hidrogen (H_2) dan gas oksigen (O_2). Reaksi antara gas H_2 dengan O_2 menghasilkan energi panas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai sumber listrik. Reaksi antara keduanya dapat dituliskan sebagai berikut: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{energi}$.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.10 Skema Hydrogen Power

Berdasarkan reaksi kimia tersebut dapat kita ketahui bahwa selain energi yang dapat dimanfaatkan hasil lainnya adalah uap air.

Ketika uap air ini dilepaskan ke atmosfer maka tidak akan berbahaya sehingga tenaga hidrogen ini ramah lingkungan. Penggunaan secara luas hidrogen sebagai bahan bakar akan menghilangkan masalah polusi udara serta dapat mengurangi kerusakan iklim karena dalam teknologi ini tidak dihasilkan CO_2 . Hal tersebut tentunya juga harus didukung dengan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil (minyak bumi) atau energi nuklir yang menghasilkan CO_2 di bumi. Oleh karena itu, diharapkan dengan penggunaan H_2 ini di masa depan bumi akan lebih terjaga dari pencemaran udara.

Hidrogen juga menyediakan energi lebih banyak daripada bahan bakar lain. Hal ini membuat hidrogen ideal digunakan sebagai bahan bakar pesawat terbang. Permasalahan yang saat ini dihadapi yaitu sedikitnya gas hidrogen murni (H_2) di bumi, sehingga hidrogen harus diproduksi melalui senyawa lain yang mengandung unsur (H), seperti CH_4 (metana). Kita dapat menghasilkan gas hidrogen (H_2) melalui pemanasan air, mengaliri listrik, atau melepas hidrogen dari metana (CH_4). Namun saat ini, untuk menghasilkan gas hidrogen dan alatnya membutuhkan energi dan biaya yang sangat besar.

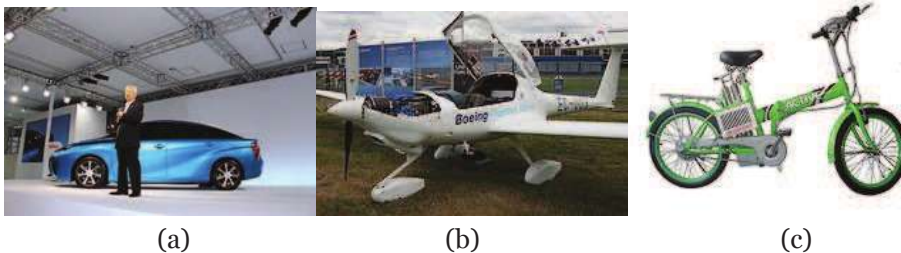
Tahukah kamu bahwa *hydrogen power* ini sudah banyak dikembangkan terutama sebagai bahan bakar mobil. Hal ini dimulai pada tahun 1990, Amory Lovin seorang fisikawan Amerika dan mahasiswanya mendesain mobil sangat ringan, aman, dan menggunakan bahan bakar hidrogen. Ini merupakan dasar dari mobil-mobil berbahan bakar hidrogen yang saat ini sedang dikembangkan oleh pabrik mobil. Bahkan di Jepang, teknologi ini sudah dikembangkan untuk menghasilkan listrik yang dapat memenuhi kebutuhan listrik suatu kota kecil. Di Kanada, teknologi ini sudah diproduksi dengan ukuran yang tidak terlalu besar. Alat ini mampu menghasilkan H_2 dari air. Alat ini juga dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar hidrogen. Nah, bagaimana menurutmu? Tentunya kamu sangat tertarik untuk belajar teknologi ini bukan? Dengan mempelajari teknologi ini lebih lanjut dan lebih dalam tentunya kamu dapat menguasai teknologi ini dan mampu membuat mobil berbahan bakar hidrogen untuk masyarakat Indonesia.

2. Bidang Transportasi

a. Kendaraan Hidrogen (*Hydrogen Vehicle*)

Kendaraan hidrogen merupakan kendaraan yang menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar penggerak mesin. Di dalam kendaraan ini terpasang alat yang mampu mengubah energi kimia dari hidrogen menjadi energi mekanik, dengan cara membakar hidrogen dalam mesin pembakaran internal atau dengan mereaksikan hidrogen dengan oksigen dalam *fuel cell* untuk menggerakkan motor listrik. Banyak perusahaan luar yang telah mengembangkan kendaraan ini dan diharapkan dapat berkembang pesat di tahun-tahun mendatang.

Mobil berbahan bakar hidrogen yang telah dikembangkan antara lain: *Chevrolet Equinox Fuel Cell*, *Honda FCX Clarity*, *Hyundai ix35 Fuel Cell*, dan *Mercedes-Benz B-Class F-Cell*. Kendaraan ini mampu melaju dengan kecepatan 450 km/jam. Selain mobil berbahan bakar hidrogen, di Cina juga telah dikembangkan sepeda hidrogen, sepeda motor hidrogen, dan skuter hidrogen. Saat ini perusahaan pesawat terbang seperti *Boeing*, *Lange Aviation*, dan *German Aerospace Center* juga telah mengembangkan pesawat berbahan bakar hidrogen.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 9.11 Alat Transportasi Berbahan Bakar Hidrogen, (a) Mobil Hidrogen, (b) Pesawat Hidrogen, (c) Sepeda Hidrogen

b. Mobil Surya (*Solar Car*)

Mobil surya merupakan mobil yang energi utamanya berasal dari sinar matahari. Salah satu contoh mobil surya adalah bus surya. Bus ini menggunakan sinar matahari untuk memberikan energi pada alat-alat listrik dalam bus dan energi yang digunakan sebagai penggerak pada mesin bus. Bus surya yang saat ini ada merupakan kendaraan yang menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan listrik yang diperoleh dari cahaya matahari atau sumber yang lain. Pengembangan

bus surya ini sejalan dengan berkembangnya teknologi panel surya atau *photovoltaic cell*. Pada bus surya ini terdapat panel surya yang terpasang pada atap bus yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh mesin bus. Pengenalan bus ini sebagai alat transportasi umum bertujuan untuk mengembangkan alat transportasi yang ramah lingkungan.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 9.12 Bus Surya

Negara yang pertama kali menerapkan bus surya ini yaitu Australia, yaitu di kota Adelaide. Bus ini dikenal dengan nama *Tindo Solar Battery-Charged Bus* (*Tindo* = matahari) dan beroperasi semenjak tahun 2007. Bus ini 100% menggunakan energi matahari, dilengkapi dengan pendingin ruangan, dan mampu membawa 40 orang. Bus ini tidak memiliki panel surya pada atapnya, namun bus ini mendapatkan energi listrik dari stasiun bus pusat di Adelaide. Negara Cina juga telah mengembangkan bus surya ini, bus surya ini diterapkan di kota Qiqihar, dan mulai beroperasi pada bulan Juli 2012. Bus ini mendapatkan energi dari baterai litium-ion (Li-Ion) yang dapat diisi ulang menggunakan panel surya yang ada pada atap bus. Bus ini mampu membawa sebanyak 100 orang.

Di Indonesia sudah dikembangkan mobil tenaga surya oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sejak tahun 2013 dan sudah meraih banyak kejuaraan dunia di antaranya di Jepang dan Australia. Mobil ini dapat mencapai kecepatan 100 km/jam dan memiliki daya simpan baterai sebesar 5 KW.

c. Mobil Listrik (*Electric Car*)

Mobil listrik merupakan mobil yang didorong oleh satu atau lebih motor listrik, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau alat penyimpanan energi yang lain. Motor elektrik ini mampu

memberikan tenaga putaran dengan cepat dan memberikan percepatan yang kuat namun halus. Mobil listrik ini pertama kali dibuat pada tahun 1884 oleh seorang berkebangsaan Inggris, Thomas Parker. Mobil listrik ini baru berkembang pesat pada tahun 2008, semenjak ditemukannya teknologi pengaturan tenaga baterai dan mahalnnya bahan bakar fosil. Keuntungan dari penggunaan mobil listrik ini antara lain mengurangi polusi udara, karena mobil ini tidak menghasilkan polutan dan mengurangi efek rumah kaca. Namun, penggunaan teknologi ini secara besar-besaran masih menjumpai beberapa hambatan, antara lain: masih tingginya biaya produksi, minimnya infrastruktur isi ulang bahan bakar listrik, dan masih takutnya pengemudi akan kehabisan listrik sebelum sampai di tujuan.

Tahukah kamu bahwa di Indonesia juga sudah mulai mengembangkan mobil tenaga listrik yang ramah lingkungan? Pada tahun 2013 Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) telah mengembangkan prototipe mobil listrik yang berkapasitas empat orang.



(a)



(b)

Sumber: (a) en.wikipedia.org, (b) dokumen kemdikbud.

Gambar 9.13 (a) Mobil Listrik Pertama Produksi Thomas Parker Tahun 1884

(b) Mobil Listrik Produksi ITS

3. Bidang Lingkungan

a. Biopori

Biopori dikenal dengan istilah Teknologi Lubang Resapan (TLR), merupakan teknik untuk membuat wilayah resapan air hujan. Teknik biopori memiliki prinsip yang sama dengan sumur resapan, namun teknik ini diterapkan dengan menyediakan area yang dibuat berlubang-lubang kecil (berpori) yang nantinya akan menyerap air hujan dan kemudian disalurkan ke dalam tempat penampungan air. Biopori sangat bermanfaat bagi pelestarian keseimbangan lingkungan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.14 Teknologi Biopori untuk Penampungan Air Hujan serta Pemanfaatannya untuk Pembuatan Kompos

Selain dapat mencegah banjir di musim hujan, biopori juga dapat menjamin ketersediaan air pada musim kemarau. Biopori juga dapat diandalkan untuk mencegah penyebaran penyakit yang disebabkan oleh adanya genangan air, seperti demam berdarah, malaria, dan kaki gajah. Kesuburan dan kelestarian organisme tanah juga dapat terjaga dengan teknologi ini. Lubang-lubang resapan air ini sekaligus juga dapat dimanfaatkan untuk membuat kompos, yakni dengan memberikan sampah organik seperti dedaunan atau sisa makanan.

b. Fitoremediasi

Masih ingatkah kamu materi bioremediasi? Fitoremediasi merupakan salah satu bentuk bioremediasi. Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Melalui fitoremediasi ini polutan (zat penyebab polusi) seperti logam berat, pestisida, minyak, dan zat lain yang mengotori tanah, air, atau udara dapat dikurangi bahkan dihilangkan. Fitoremediasi baru berkembang pada awal tahun 1990, yaitu dimulai dari kesuksesan dalam memperbaiki daerah tercemar oleh zat radioaktif sesium (Cs), stronsium (Sr), dan uranium (U) di Chernobyl, Rusia dengan menggunakan tumbuhan bunga matahari.

Keunggulan teknologi fitoremediasi ini antara lain: ramah lingkungan, biaya operasional rendah, mudah untuk diaplikasikan, aman digunakan, tanah dapat menjadi lebih subur dan dapat membuat kualitas lingkungan menjadi lebih baik. Contoh tumbuhan yang dapat digunakan dalam fitoremediasi adalah bunga matahari, sawi, eceng gondok, padi, tembakau, dan lidah mertua.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.15 Tanaman Eceng Gondok, Salah Satu Tanaman untuk Fitoremediasi

c. Toilet Pengompos (*Composting Toilet*)

Composting toilet merupakan toilet kering yang menggunakan proses secara aerob untuk menghancurkan atau mendekomposisi feces yang dihasilkan manusia. Toilet pengompos dapat digunakan sebagai pengganti toilet air pada umumnya. Toilet ini biasanya ditambah dengan campuran serbuk gergaji, sabut kelapa, atau lumut tertentu untuk membantu proses aerob, menyerap air, dan mengurangi bau. Proses dekomposisi ini umumnya lebih cepat dari proses dekomposisi secara anaerob yang digunakan pada *septic tank*.

d. Teknologi Pemurnian Air (*Water Purification*)

Percobaan mengenai pemurnian air pertama kali dilakukan pada abad ke-17. Sir Francis Bacon mencoba untuk mengambil garam dari air laut melalui saringan pasir. Meskipun percobaan ini belum berhasil, percobaan ini dikenal sebagai awal dari proses pemurnian air. Pemurnian air merupakan suatu proses penghilangan zat-zat kimia, kontaminan biologis, partikel-partikel padat, dan gas-gas dari air yang terkontaminasi atau kotor. Tujuan dari proses ini yaitu untuk menghasilkan air yang dapat digunakan untuk keperluan tertentu. Secara umum, proses pemurnian air merupakan proses kajian fisika, kimia, dan biologi. Secara fisika, pada proses pemurnian air ada proses filtrasi atau penyaringan, sedimentasi atau pengendapan, dan destilasi atau penyulingan. Secara biologis, ada pemberian karbon aktif. Secara kimia, ada pemberian klorin (Cl_2) atau penyinaran dengan sinar ultraviolet (UV). Karbon aktif, klorin, dan sinar ultraviolet dapat berperan sebagai pembunuh kuman yang ada dalam air.

Ada banyak teknologi dalam pemurnian air, di antaranya adalah sebagai berikut.

1) Teknologi Pemurnian Air Sederhana

Pemurnian air dapat dilakukan dengan membuat alat yang berbentuk tabung yang didalamnya terdapat lapisan-lapisan bahan seperti pasir, kerikil, batu, arang, ijuk atau sabut kelapa, dan dapat juga ditambah dengan kapas atau kain katun. Pada penjernihan air dilakukan proses penyaringan kotoran padat yang larut dalam air dengan pasir, kerikil, dan ijuk atau sabut kelapa. Air yang tersaring kotorannya akan melewati arang yang dapat mengurangi kuman-kuman dalam air. Air kotor dapat dituangkan ke dalam tabung melalui bagian atas tabung, selanjutnya air mengalir pada bagian bawah tabung karena adanya gaya gravitasi atau dibantu dengan tekanan dari luar. Selama mengalir ke bagian bawah tabung, air akan mengalami proses penyaringan sehingga pada bagian bawah dapat diperoleh air bersih. Agar lebih memahami teknologi sederhana pemurnian air ayo, kita lakukan Aktivitas 9.2.



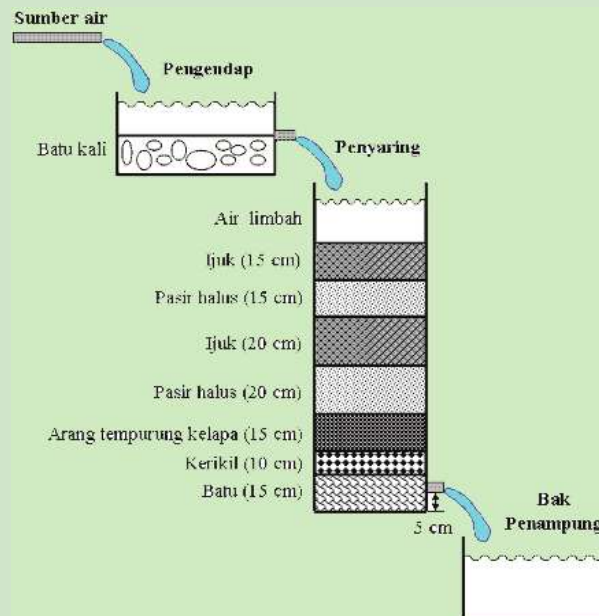
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.2 Membuat Alat Pemurnian Air Sederhana

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 botol air minum ukuran besar (1 liter atau lebih),
2. pasir,
3. kerikil,
4. batu,
5. arang,
6. ijuk atau sabut kelapa,
7. kapas/kain,
8. tongkat bambu,
9. kawat,
10. waskom,
11. karet gelang/tali, dan
12. air kotor.

Perhatikan gambar berikut untuk membuat alat pemurnian air sederhana.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.16 Skema Teknologi Pemurnian Air Sederhana

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Potonglah satu botol air mineral seperti pada Gambar 9.16
2. Buatlah lapisan-lapisan bahan penyaring dengan cara memasukkan bahan-bahan ke dalam botol. Dengan urutan sebagai berikut: batu→kerikil→arang→pasir halus→ijuk→pasir halus→ijuk. Agar lebih jelas coba perhatikan kembali Gambar 9.16.
3. Kamu dapat mengganti urutan-urutan lapisan bahan sesuai dengan kesepakatan kelompok.
4. Catatlah urutan-urutan lapisan yang kamu buat jika memang berbeda dengan petunjuk.
5. Pasang kapas atau kain pada bagian ujung botol, lalu ikat dengan karet atau tali.
6. Latakkan botol pada suatu penyangga.
7. Tuangkan air kotor ke alat yang sudah kamu siapkan. Amati air yang keluar dari alat tersebut.
8. Bandingkan kejernihan air yang keluar dengan air yang masuk.
9. Catatlah juga kecepatan dalam proses penyaringan. Kecepatan proses penyaringan dapat dihitung dengan membandingkan

volume air yang tertampung dengan waktu tertentu (misalnya dalam waktu 15 menit).

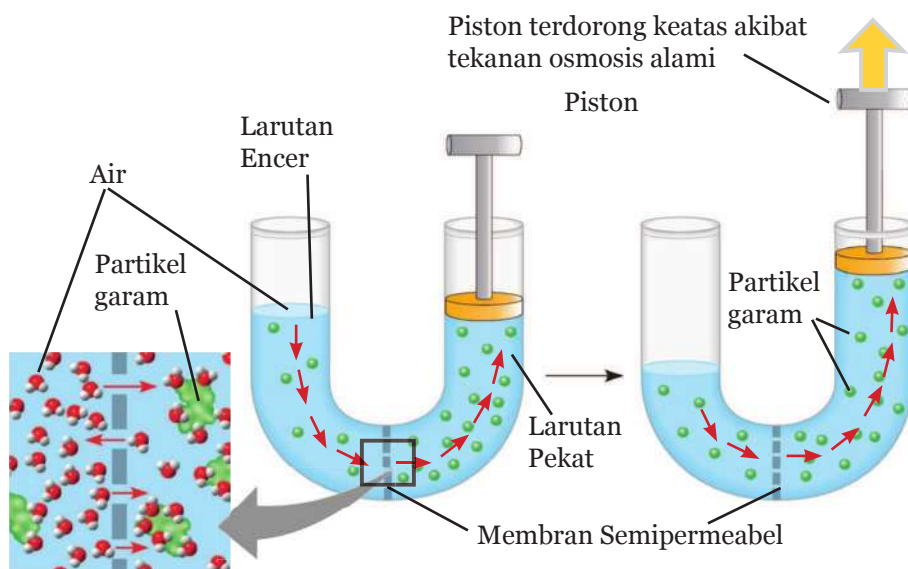
10. Bandingkan kualitas air hasil saringan kelompokmu dengan kelompok yang lain.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Mengapa air yang semula kotor setelah dimasukkan dalam alat yang kamu buat berubah menjadi lebih jernih? Gunakan data hasil pengamatanmu untuk jawabanmu!
2. Apakah kualitas air hasil kelompokmu berbeda dengan kelompok yang lain? Mengapa demikian?
3. Setelah membandingkan dengan hasil kelompok lain, bagaimanakah hubungan kecepatan pemurnian air dengan kejernihan air yang dihasilkan!
4. Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan dan diskusimu!

2) Teknologi Osmosis Balik

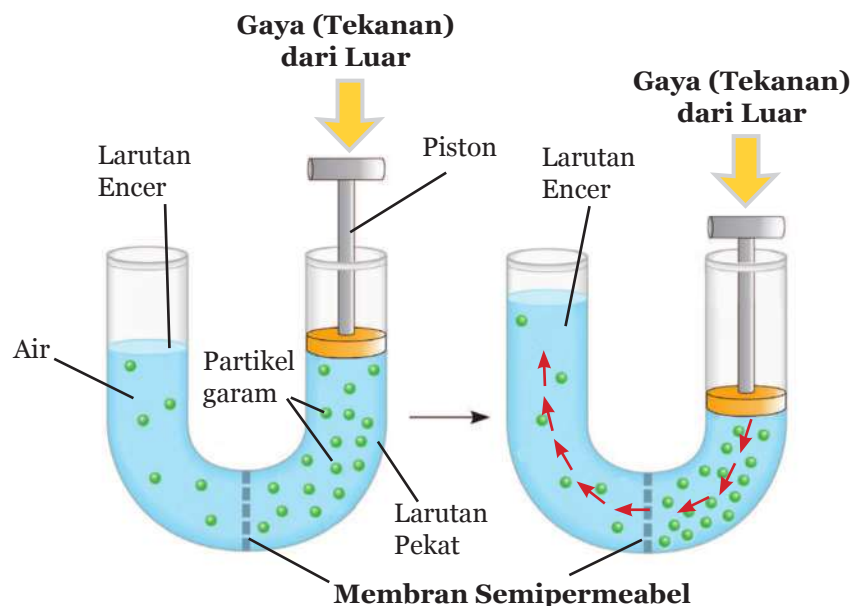
Osmosis balik merupakan teknologi pemurnian air yang menggunakan prinsip kebalikan dengan prinsip osmosis. Osmosis balik menggunakan prinsip tekanan untuk mengatasi tekanan osmotik yang terjadi secara alami. Masih ingatkah kamu tentang konsep osmosis pada materi kelas VIII? Untuk mengingat kembali perhatikan Gambar 9.17 berikut!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.17 Set Percobaan Osmosis

Pada Gambar 9.17 terdapat sebuah tabung yang berisi larutan garam dan diberi pemisah membran semipermeabel, yaitu suatu membran yang hanya dapat dilewati oleh molekul tertentu, tetapi tidak dapat dilalui oleh zat lainnya. Contoh zat yang dapat melalui membran semipermeabel adalah air. Pada proses osmosis, pelarut (misalnya air) secara alami berpindah dari daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut (misalnya garam) rendah (encer) melalui suatu membran menuju daerah yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi (pekat). Pergerakan alami pelarut ini bertujuan untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut pada kedua sisi bagian membran. Sebaliknya, pada osmosis balik, pelarut seperti air akan bergerak dari larutan yang pekat ke larutan yang encer. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya tekanan dari luar sehingga dapat membalik aliran alami. Agar lebih memahami mekanisme osmosis balik coba perhatikan Gambar 9.18!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.18 Skema Set Percobaan Osmosis Balik

Adanya tekanan dari luar akan menyebabkan air dari larutan yang pekat mengalir ke arah larutan encer. Sehingga dapat dihasilkan air yang tidak mengandung garam. Teknologi osmosis balik ini diterapkan dalam pembuatan air minum dari air laut, yakni dengan menghilangkan garam dan zat-zat lain yang tercampur dengan molekul air. Tahukah kamu di Indonesia pun sudah menerapkan teknologi ini? Diantaranya di daerah Bali dan Aceh.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 9.19 Teknologi Osmosis Balik Skala Industri

4. Bidang Industri

a) *Biopulping*

Biopulping adalah teknologi ramah lingkungan yang terinspirasi dari proses pelapukan kayu dan sampah tanaman oleh mikroorganisme. Proses pelapukan dilakukan secara alami oleh beberapa jenis mikroba dan jamur, sehingga sampah dari pohon-pohon yang telah mati akan kembali diserap oleh alam secara alami. Saat ini kendala besar yang dihadapi oleh para pemilik industri berbahan baku seperti pabrik kertas adalah proses pengolahan limbah yang mengandung zat kayu (lignin) yang membutuhkan proses lama dan berbahaya terhadap kelestarian lingkungan sekitar. Biasanya limbah dari pabrik kertas akan diuraikan dengan menggunakan bahan kimia seperti soda api, sulfit, dan garam sulfida. Bahan kimia ini akan memberikan efek negatif jika digunakan secara terus menerus.

Terinspirasi dari kemampuan mikroba dalam proses pelapukan kayu, para ahli saat ini mulai mengembangkan proses pengolahan limbah dengan menggunakan mikroorganisme yang mampu menguraikan lignin secara alami yang banyak ditemui secara bebas di alam. Contoh mikroorganisme yang digunakan yaitu dari jenis kapang (jamur) *Phlebia subserialis* dan *Ceriporiopsis subvermispora*.



(a)

(b)

Sumber: (a) www.esf.edu (b) photos.uc.wisc.edu

Gambar 9.20 Teknologi *Biopulping* Menguraikan Limbah Secara Alami dengan Mikroorganisme

C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian



Ayo, Kita Pelajari

- Perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari



Istilah Penting

- Kendaraan *hybrid*
- LED (*light emitting diode*)



Mengapa Penting?

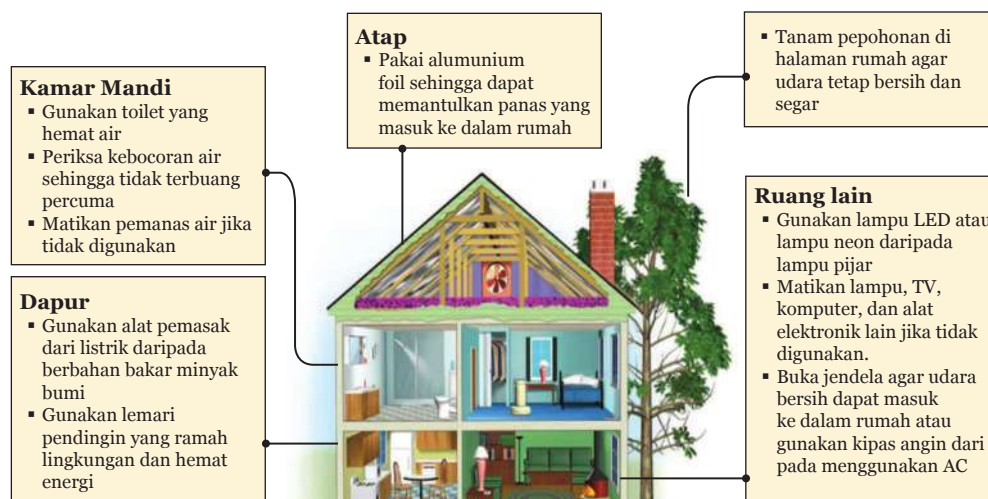
Membantu kamu memahami pentingnya menerapkan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari, sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan.

Coba perhatikan lingkungan sekitarmu, pernahkah kamu merasakan bahwa semakin hari semakin banyak kendaraan bermotor di sekitar kita? Jumlah kendaraan bermotor semakin bertambah karena semakin banyaknya penduduk yang membutuhkan alat transportasi terutama di daerah perkotaan. Pernahkah kamu berpikir apa akibat dari banyaknya kendaraan bermotor ini?

Semakin banyaknya kendaraan bermotor dapat menyebabkan polusi udara. Polusi udara tentu sangat mengganggu kesehatan kita dan kelestarian lingkungan. Coba kamu ingat kembali tentang dampak pencemaran udara dari materi kelas VII! Begitu banyak dampak polusi udara pada kehidupan manusia dan lingkungan alam. Oleh karena itu, mulai saat ini kita harus berupaya untuk menguranginya.

Penggunaan kendaraan yang ramah lingkungan merupakan salah satu upaya dalam pelestarian lingkungan. Para ahli di bidang otomotif juga mulai memproduksi kendaraan *hybrid*, yang bahan bakarnya selain menggunakan BBM juga menggunakan energi listrik dari cahaya matahari seperti yang telah kamu pelajari pada sebelumnya. Selain dengan menggunakan kendaraan yang ramah lingkungan, masih banyak contoh perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai berikut:

- Membudayakan penggunaan sepeda atau jalan kaki untuk kegiatan sehari-hari. Selain menghemat BBM, penggunaan sepeda dan jalan kaki juga dapat mengurangi polusi udara dan meningkatkan kesehatan.
- Mematikan kendaraan jika sedang tidak digunakan dan jangan terlalu lama menyalakan kendaraan ketika akan digunakan.
- Mematikan lampu saat tidur dan saat siang hari. Oleh karena itu, saat membangun atau merenovasi rumah, sebaiknya membuat rumah dengan banyak jendela sehingga cahaya matahari dapat masuk ke dalam rumah.
- Jika menggunakan pompa air listrik untuk mengalirkan air, penuhilah bak mandi dan tempat penampungan air dalam sekali waktu.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.21 Rancangan Rumah yang Hemat Energi

- Membuat jadwal mencuci dan menyeterika pakaian secara teratur. Misal masing-masing dua kali seminggu untuk seluruh

pakaian yang kotor.

- Jika menggunakan kendaraan sebaiknya berangkat lebih pagi agar terhindar dari kemacetan. Kemacetan di jalan membuat kendaraan membuang bahan bakar secara percuma.
- Memilih peralatan rumah tangga yang hemat energi. Misalnya mengganti lampu pijar yang menghasilkan warna kuning dengan lampu neon yang menghasilkan warna putih atau lampu LED (*light emitting diode*) yang dapat bertahan hingga 15 tahun.
- Jangan buang kertas-kertas bekas begitu saja, tanamkan dalam diri bahwa setiap menggunakan sebuah kertas maka kita telah menebang sebuah pohon.
- Menggunakan air secukupnya saat mandi atau mencuci.



Ayo, Kita Selesaikan

Selain perilaku hemat energi yang telah dipaparkan di atas, apakah yang dapat kamu terapkan dalam kehidupan sehari-hari agar dapat menghemat energi? Tuliskan pada tabel berikut!

No	Aktivitas	Keterangan

Keterangan: Berilah tanda cek atau centang (✓) jika sudah kamu lakukan di rumah dan berilah tanda silang (X) jika belum kamu lakukan.

D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan



Ayo, Kita Pelajari

- Pengolahan minyak bumi
- Pengolahan batubara



Istilah Penting

- Minyak bumi
- *Heavy crude oil*
- *Light crude oil*
- Batubara



Mengapa Penting?

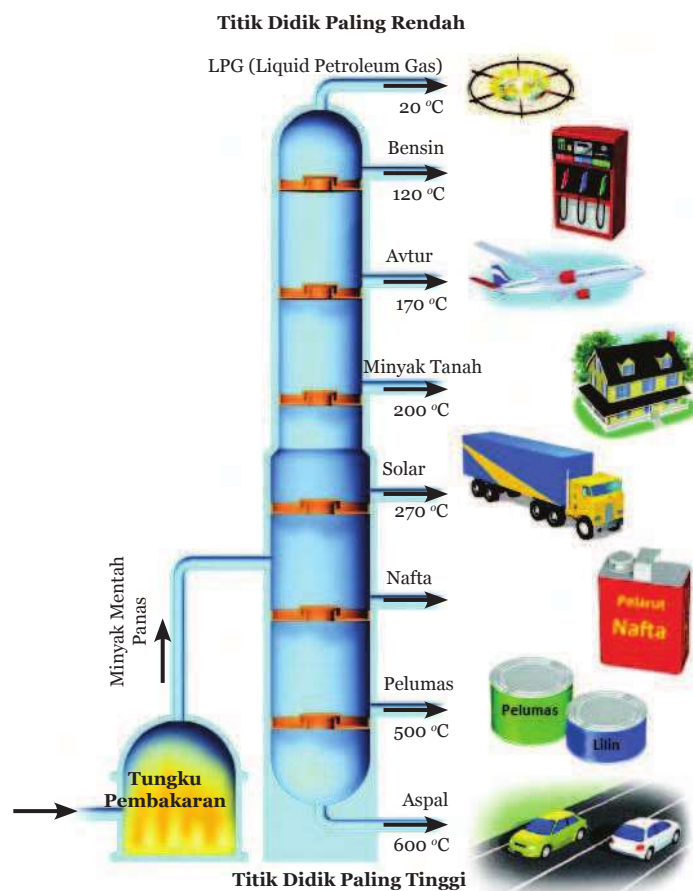
Membantu kamu memahami beberapa contoh teknologi yang tidak ramah lingkungan serta dampaknya terhadap lingkungan. Dengan demikian, kamu dapat berupaya mengurangi penggunaannya.

Setelah kamu mempelajari tentang teknologi ramah lingkungan, masih ingatkah kamu apa saja prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan? Apabila suatu teknologi tidak sesuai dengan prinsip-prinsip tersebut maka penerapan teknologi itu termasuk teknologi tidak ramah lingkungan. Beberapa prinsip teknologi tidak ramah lingkungan di antaranya adalah teknologi tersebut menghasilkan sisa atau limbah yang dapat membahayakan lingkungan, sumber energi yang digunakan adalah sumber energi yang tidak dapat diperbarui, selain itu penerapan teknologi tidak ramah lingkungan ini kurang memperhatikan kelestarian lingkungan. Agar kamu lebih memahami apa saja contoh teknologi tidak ramah lingkungan ayo pelajari bagian berikut ini dengan seksama.

1. Teknologi Pengolahan Minyak Bumi

Minyak merupakan komoditas yang sangat penting karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Minyak dibutuhkan bagi hampir semua negara di dunia. Kita menggunakan minyak untuk membuat makanan, untuk transportasi masyarakat dan barang, membuat barang-barang sehari-hari seperti plastik, hingga aspal di jalan. Petroleum atau minyak mentah pada umumnya "*light crude oil*" merupakan cairan hitam dan lengket yang keluar dari bumi dan mengandung berbagai senyawa hidrokarbon yang dapat terbakar, serta sedikit sulfur, oksigen, dan nitrogen. Minyak ini terbentuk dari makhluk hidup yang telah mati pada jutaan tahun yang lalu terjebak dalam suatu ruang yang ditutupi

oleh bebatuan di dalam tanah atau di dasar laut. Jenis minyak ini menyusun 30% dari persediaan minyak bumi. Untuk mengambilnya kita harus mengebor ke dalam ruangan yang berisi minyak tersebut lalu memompanya keluar. Setelah beberapa tahun, cadangan minyak dalam ruang ini akan menipis hingga akhirnya habis. Setelah dipompa keluar minyak ini lalu disalurkan melalui pipa, truk, atau kapal minyak menuju kilang minyak. Di kilang minyak ini minyak mentah dipanaskan untuk memisahkan komponen-komponen penyusunnya berdasarkan titik didih. Secara sederhana proses penyulingan minyak bumi dapat kamu lihat pada ilustrasi Gambar 9. 22 berikut ini.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.22 Alat Penyulingan Minyak Bumi

Jenis minyak mentah yang lain sebesar 70% cadangan di bumi yaitu minyak mentah yang terkandung dalam bebatuan atau pasir minyak yang biasa disebut “*heavy crude oil*” yang bercampur dengan air, dan banyak mengandung sulfur. Minyak jenis ini banyak terdapat di Kanada.

Namun, eksploitasi sumber ini memiliki banyak dampak berbahaya terhadap tanah, udara, air, makhluk hidup, dan iklim. Sebelum dilakukan penambangan, hutan terlebih dahulu ditebang, aliran air dikeringkan, dan beberapa aliran sungai dialihkan. Selanjutnya, timbunan seperti tanah berpasir, bebatuan, dan tanah lempung diambil sehingga terlihat bebatuan dan pasir minyak. Selanjutnya, bebatuan dan pasir minyak tersebut digali dengan bantuan alat berat lalu dibawa menggunakan truk besar menuju tempat pemrosesan selanjutnya. Bebatuan dan pasir minyak dicampur dengan air panas dan uap untuk diambil kandungan bitumennya lalu diubah menjadi minyak mentah yang selanjutnya siap untuk diolah di kilang minyak.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.23 Tambang Pasir Minyak di Kanada

Untuk mengambil minyak dari pasir minyak, sangat banyak komponen tanah di Kanada yang telah dipindahkan. Bahkan terbesar di dunia. Produksi ini juga menghasilkan polusi udara yang akan menyelimuti daerah tambang dengan debu, uap, asap, dan bau. Selain itu, produksi ini menghasilkan emisi gas rumah kaca tiga hingga lima kali dari pada produksi dari minyak mentah pada umumnya. Selain itu pada produksi ini digunakan sejumlah air dan membentuk kubangan seperti danau yang berisi air limbah dan kotoran yang beracun. Setiap tahun, banyak burung yang bermigrasi dan mencoba untuk meminum air ini mati. Tanggul dari danau ini berpotensi untuk bocor dan hancur sehingga dapat menyebabkan melubernya lumpur beracun ke daratan yang di dekatnya dan ke dalam aliran sungai. Metode produksi minyak dari sumber ini sangat tidak efektif, kotor, dan merusak lingkungan.



Sumber: Campbell, dkk., 2008

Gambar 9.24 Burung yang Terkena Limbah Minyak



Ayo, Kita Diskusikan

1. Apakah produksi minyak dari bebatuan dan pasir minyak "*heavy crude oil*" perlu untuk terus dilakukan? Jelaskan! Jika tidak, bagaimana alternatifnya?
2. Apakah manfaat dari produksi minyak dari bebatuan dan pasir minyak "*heavy crude oil*" seimbang dengan kerusakan yang diakibatkan? Jelaskan!

2. Teknologi Pengolahan Batubara

Batubara merupakan bahan bakar fosil berbentuk padat yang terbentuk dari beberapa tahapan dan berasal dari tanaman darat yang terkubur 300-400 juta tahun lalu kemudian terpapar panas yang tinggi dan tekanan selama jutaan tahun. Dari dulu, batubara telah digunakan secara luas untuk menghasilkan panas dan listrik. Saat ini ada banyak pembangkit listrik yang menggunakan batubara untuk



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 9.25 Industri Batubara di Indonesia

menghasilkan listrik. Di dunia industri batubara juga digunakan untuk sebagai sumber energi dalam membuat baja, semen, atau produk lain. Cina, Amerika Serikat, dan India merupakan tiga negara terbesar dalam pembakaran batubara. Cina merupakan negara yang menjadi penyumbang emisi CO_2 dan SO_2 terbesar di dunia, yang merupakan salah satu komponen penyebab hujan asam dan menyebabkan penyakit pada manusia.

Batubara merupakan bahan bakar fosil paling besar di dunia. Masyarakat dunia menggantungkan diri pada batubara sebagai sumber energi utama dalam waktu ratusan tahun. Permasalahan yang muncul ketika kita menggunakan batubara sebagai bahan bakar adalah batubara merupakan bahan bakar yang paling kotor di antara bahan bakar yang lain. Bahkan sebelum batubara dibakar, proses produksi batubara sehingga siap digunakan pun telah merusak tanah dan mencemari air dan udara. Ketika batubara dibakar secara langsung dengan tanpa menggunakan alat pengontrol pembakaran, maka dapat menyebabkan polusi udara. Di dalam batubara banyak terkandung karbon dengan sedikit sulfur. Ketika dibakar sulfur akan dilepas dalam bentuk gas belerang dioksida (SO_2). Pembakaran batubara juga menghasilkan partikel karbon hitam dalam jumlah yang sangat banyak. Partikel-partikel ini dapat masuk ke dalam paru-paru dan menyebabkan penyakit pernapasan. Secara sederhana proses pengolahan batubara sebagai pembangkit listrik dapat kamu lihat pada ilustrasi gambar berikut ini.



Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gambar 9.26 (a) Skema dan (b) Foto Pembangkit Listrik Tenaga Uap dengan Tenaga Batubara

Permasalahan lain akibat pembakaran batubara yaitu adanya emisi zat radioaktif. Pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai sumber energi menghasilkan zat radioaktif 100 kali lebih banyak daripada pembangkit listrik tenaga nuklir. Limbah padat batubara juga harus disimpan dalam tempat yang aman karena bersifat racun.



Ayo, Kita Pikirkan!

Sumber batubara di Indonesia sangatlah melimpah. di Indonesia juga banyak pembangkit listrik yang membakar batubara untuk memutar turbin sehingga menghasilkan. Menurut pendapatmu, apa yang terjadi jika hal ini terus dilakukan dan apa dampaknya bagi lingkungan alam? Jelaskan jawabanmu.



Ayo, Kita Renungkan

Tahukah kamu bahwa di negara kita tercinta Indonesia semua sumberdayaalambaikyandapatdiperbaruisePERTICAHAYAMATAhari, geotermal, angin, gelombang pasang, dan tenaga air dari aliran sungai maupun yang tidak dapat diperbaharui seperti batubara, gas alam, dan minyak bumi sangatlah melimpah. Namun, semua sumber daya tersebut belum dimaksimalkan untuk kesejahteraan bangsa Indonesia, sehingga masih banyak penduduk Indonesia yang kesejahteraannya masih rendah. Salah satu penyebabnya adalah bangsa Indonesia belum mampu menciptakan teknologi untuk mengolahnya sebaik mungkin dengan teknologi yang tepat. Oleh karena itu, ayo kita sebagai generasi penerus bangsa belajar dengan sungguh-sungguh agar dapat mengembangkan teknologi ini sehingga kesejahteraan bangsa Indonesia dapat meningkat!



Info Tokoh



973-1048

Al-Biruni



Berhasil mendeskripsikan lebih dari 100 mineral serta nilai ekonomisnya. Al-Biruni juga telah meletakkan dasar-dasar keilmuan yang berhubungan dengan lingkungan fisik bumi termasuk ilmu pertambangan seperti cara penambangan emas di kedalaman air.

Thomas Parker



1843-1985



Insiyur berkebangsaan Inggris yang membuat mobil listrik tingkat industri pertama kali. Mobil listrik rancangannya menggunakan baterai yang dirancang sendiri. Baterai khusus yang masih menggunakan timbal dan asam ini berkapasitas tinggi yang dapat diisi ulang.



1561-1626

Sir Francis Bacon



Memulai eksperimen ilmiah mengenai filtrasi air. Dia percaya bahwa air laut dapat dipisahkan dari senyawa-senyawa yang terkandung di dalamnya seperti garam melalui "sand filter". Percobaan inilah yang menjadi dasar perkembangan teknologi pemurnian air.

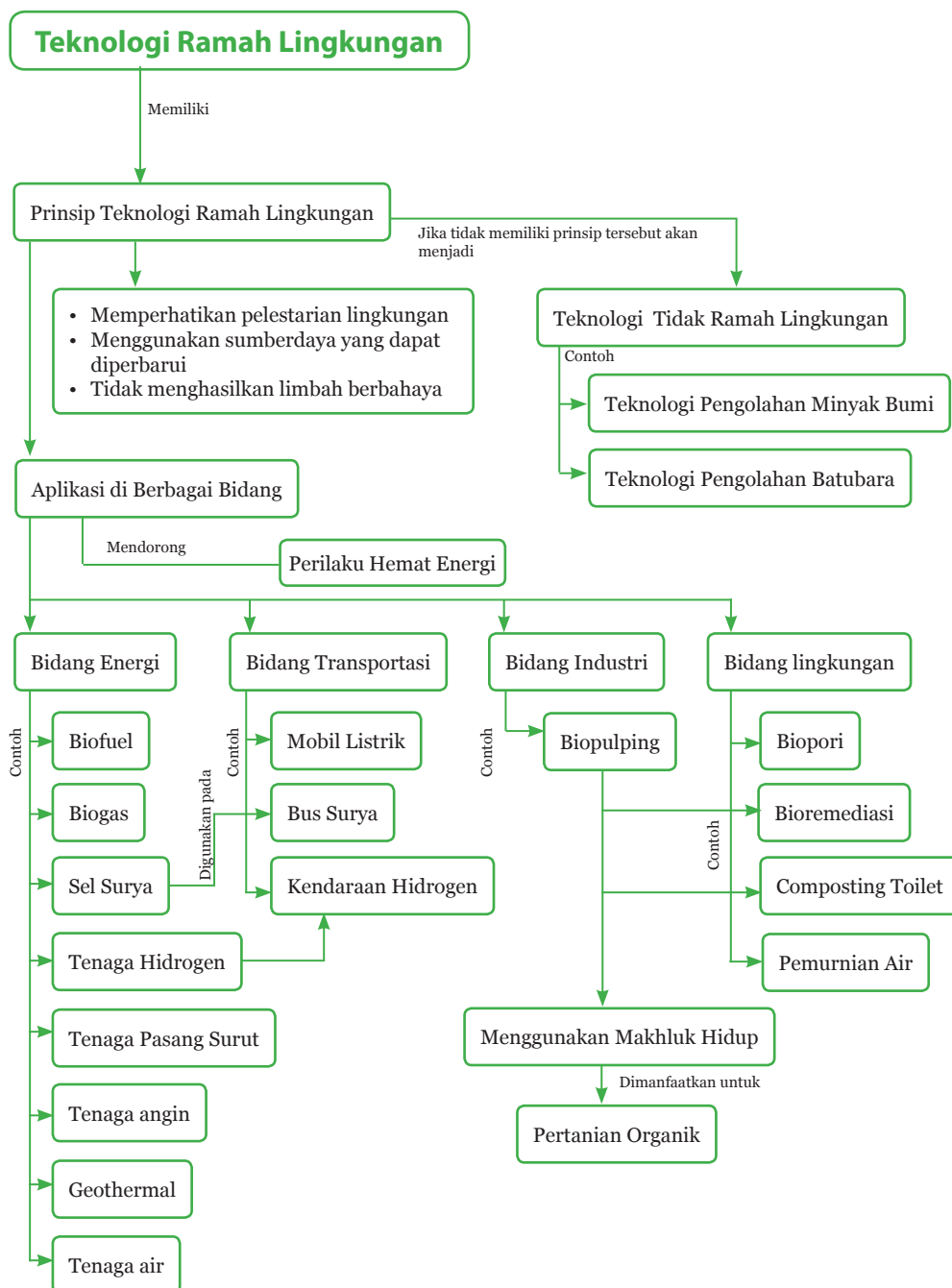


Rangkuman

- Berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, teknologi dapat dibagi menjadi dua yaitu teknologi tidak ramah lingkungan dan teknologi ramah lingkungan.
- Teknologi ramah lingkungan merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi ini di antaranya adalah tidak menghasilkan limbah yang berbahaya serta menggunakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui.
- Teknologi ramah lingkungan dapat diaplikasikan pada beberapa bidang kehidupan diantaranya adalah bidang energi, bidang lingkungan, bidang industri, bidang rumah tangga, dan lainnya.
- Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi antara lain teknologi *biofuel*, biogas, sel surya, dan pembangkit listrik tenaga air, tenaga pasang surut air laut, tenaga angin, geotermal, *fuel cell*, dan *hydrogen power*.
- Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang lingkungan adalah biopori, fitoremediasi, teknologi toilet pengompos, dan teknologi pemurnian air.
- Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang transportasi, misalnya kendaraan hidrogen, bus surya, mobil listrik. Sedangkan contoh teknologi ramah lingkungan di bidang industri adalah *biopulping*.
- Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi atau batubara. Selain itu teknologi tidak ramah lingkungan juga kurang memperhatikan kelestarian lingkungan.



Peta Konsep





Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Sumber energi yang paling aman bagi lingkungan adalah....
 - a. minyak bumi
 - b. batubara
 - c. energi matahari
 - d. nuklir
2. Minyak mentah dapat diolah menjadi berbagai jenis bahan bakar seperti bensin, avtur, kerosin serta aspal. Prinsip dasar dalam pengolahan minyak mentah tersebut adalah....
 - a. pemanasan dan pemisahan berdasarkan titik didih
 - b. penyaringan berdasarkan ukuran molekul
 - c. penyaringan berdasarkan berat jenis molekul
 - d. pemisahan berdasarkan kelarutannya pada pelarut tertentu
3. Pembakaran batubara untuk digunakan sebagai sumber energi dapat memiliki beberapa dampak negatif. Berikut ini yang bukan merupakan dampak negatif dari pembakaran batubara yang tidak terkontrol adalah....
 - a. menghasilkan zat radioaktif
 - b. menghasilkan gas natrium klorida
 - c. menyebabkan gangguan pernapasan
 - d. menyebabkan polusi udara
4. Bentuk aplikasi teknologi yang memberikan kemudahan bagi manusia dalam memenuhi kebutuhannya namun tetap menjaga kelestarian lingkungan baik sekarang maupun yang akan datang merupakan pengertian dari....
 - a. bioteknologi
 - b. bioremediasi
 - c. teknologi modern
 - d. teknologi ramah lingkungan
5. Berikut ini yang bukan merupakan prinsip-prinsip teknologi yang tetap menjaga kelestarian lingkungan adalah....
 - a. menjaga keberlangsungan lingkungan dimasa depan
 - b. memperhatikan keseimbangan lingkungan, sosial, dan ekonomi

- c. menggunakan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang
 - d. menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui
6. Contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi adalah sebagai berikut, *kecuali*....
- a. teknologi *biofuel*
 - b. teknologi osmosis balik
 - c. teknologi panel surya
 - d. teknologi geotermal
7. Teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui berupa tumbuh-tumbuhan disebut....
- a. teknologi *biofuel*
 - b. teknologi *fuel cell*
 - c. teknologi biogas
 - d. teknologi biopori
8. Keunggulan dari penggunaan panel surya untuk menghasilkan energi listrik adalah sebagai berikut, *kecuali*....
- a. tidak menghasilkan emisi rumah kaca
 - b. mudah dipasang dan dikembangkan
 - c. panel surya dapat menghasilkan listrik meskipun di malam hari
 - d. tidak menghasilkan gas SO₂
9. Teknologi yang memanfaatkan panas yang ada dalam lapisan dalam bumi untuk digunakan dalam penyediaan energi listrik dilakukan dengan
- a. geoelektrik
 - b. geopower
 - c. geotermal
 - d. geologi
10. Kendaraan-kendaraan berikut yang paling ramah lingkungan adalah
- a. bus dengan mesin diesel
 - b. bus dengan mesin motor listrik
 - c. pesawat dengan bahan bakar avtur
 - d. motor dengan bahan bakar minyak bumi

B. Uraian

1. Biopori dapat dilakukan di sekitar rumah kita. Jelaskan manfaat diterapkan biopori di lingkungan dan apa dampaknya jika biopori tidak dilakukan?
2. Kegiatan apa yang dapat kamu lakukan untuk menghemat penggunaan energi? Berikan contohnya dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebagai penerus bangsa Indonesia teknologi manakah yang lebih baik dikembangkan antara teknologi pengolahan minyak bumi atau batubara dan teknologi pengubahan energi angin atau air menjadi energi listrik? Jelaskan.
4. Bagaimana teknik pemurnian air sederhana? Buatlah skema alatnya dan beri penjelasan!
5. Jelaskan potensi energi alternatif di Indonesia dan berikan contohnya!



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengenal Potensi Energi Alternatif di Lingkungan Sekitar

Apa yang terjadi jika bahan bakar di bumi habis? Tentunya mulai sekarang kita harus memikirkan berbagai alternatif sumber energi yang lainnya. Oleh karena itu ayo lakukan kegiatan identifikasi berbagai potensi energi alternatif di daerah sekitarmu!

1. Di manakah kamu tinggal?
2. Coba deskripsikan kondisi daerah tempat tinggalmu?
3. Setelah kamu mengetahui berbagai macam sumber energi alternatif, coba identifikasilah apa saja sumber energi alternatif yang tersedia di daerah tempat tinggalmu!
4. Coba analisislah kemungkinan penerapan energi alternatif tersebut di daerahmu! Untuk mempermudah isilah tabel berikut!

No	Sumber Energi Alternatif	Kelebihan	Kekurangan/ Kendala Penerapannya

5. Presentasikan hasil identifikasimu di depan kelas!

Bab 10 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan






Pernahkah kamu melihat petani mencangkul atau membajak sawah? Menurutmu apa sebenarnya tujuan petani mencangkul atau membajak sawah? Apa yang terjadi jika petani tidak membajak tanahnya tetapi langsung menanam sawah tersebut dengan benih padi? Apakah kegiatan membajak merupakan salah satu cara untuk menyuburkan tanah? Tanaman padi dapat tumbuh subur di sawah jika tanah di sawah tersebut memiliki kandungan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan padi. Sebenarnya, siapakah dan apa yang berperan dalam menyediakan nutrisi di tanah bagi tumbuhan? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo pelajari materi ini dengan penuh semangat.

Maha besar Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah menciptakan dunia dan seisinya. Dunia terdiri atas kurang lebih 30% daratan dan 70% lautan. Sekalipun daratan lebih sedikit dibandingkan dengan luas lautan tetapi daratan memiliki peran yang luar biasa bagi kehidupan di bumi. Daratan terdiri atas lapisan-lapisan yang setiap lapisnya tersusun atas komponen yang berbeda. Lapisan paling luar yang dekat dengan kita adalah tanah.

Tanah merupakan komponen penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Tumbuhan memperoleh air dan nutrisi dari tanah, kemudian mengolahnya sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme yang lainnya termasuk kita. Begitu penting peran tanah bagi kehidupan. Coba kita bayangkan, jika tidak ada daratan, di manakah makhluk hidup akan tinggal? Siapakah yang akan menguraikan sampah yang ada di bumi jika tidak ada organisme tanah? Selanjutnya apa saja lapisan tanah yang ada di bumi kita ini? Apa saja komponennya? Ayo kita pelajari materi ini dengan seksama.

A. Peranan Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

	Ayo, Kita Pelajari <ul style="list-style-type: none">• Peranan tanah• Peran organisme tanah		Istilah Penting <ul style="list-style-type: none">• Dekomposer• Dekomposisi• Mikroorganisme• Humus
	Mengapa Penting? <p>Membantu kamu memahami upaya menjaga kelestarian tanah agar tanah di sekitarmu tetap subur.</p>		

Coba kamu perhatikan halaman rumah atau halaman sekolahmu! Apabila kamu perhatikan dengan lebih teliti, kamu akan dapat menemukan berbagai jenis tanaman yang tumbuh di atas tanah, misalnya saja rumput, berbagai macam bunga, atau tanaman liar lainnya. Selain tumbuhan, kamu juga akan menemukan berbagai macam organisme lainnya. Begitu banyak organisme unik yang akan kita temukan. Untuk itu, ayo lakukan aktivitas berikut ini!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.1 Peran Tanah bagi Kehidupan

Apa yang kamu perlukan?

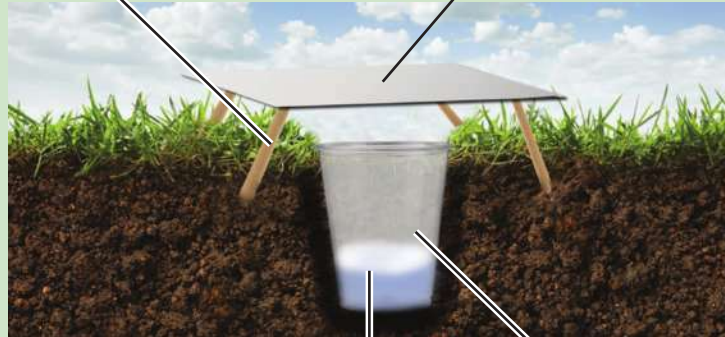
1. Alat tulis dan buku tulis,
2. alat pelubang tanah/cetok,
3. 1 buah lup/kaca pembesar,
4. kertas putih/HVS,
5. tali rafia,
6. 1 gelas bekas air mineral 240 mL,
7. 100 mL air,
8. 1 sendok teh deterjen/sabun cair,
9. 4 sendok teh gula pasir,
10. 1 sendok makan alkohol 70 %,
11. 4 buah tusuk gigi, dan
12. 1 spidol/pensil.

Apa yang harus kamu lakukan?

4. Bekerjalah secara berkelompok dengan teman-temanmu.
5. Pergilah ke halaman sekolah atau ke tempat yang ditentukan gurumu.
6. Buatlah petak 1 m x 1 m dengan menggunakan rafia.
7. Amatilah tumbuhan atau hewan apa saja yang ada dalam petakmu. Tulislah hasil pengamatanmu pada tabel hasil pengamatan.
8. Masukkan air, gula, deterjen, dan alkohol 70% ke dalam gelas kosong.
9. Galilah tanah di tempat tersebut dengan menggunakan alat pelubang tanah/cetok sedalam tinggi gelas dan selebar gelas.
10. Masukkan gelas yang telah berisi campuran tersebut ke dalam lubang tadi. Usahakan permukaan tanah sejajar dengan mulut gelas. Kamu dapat melihat gambar 10.1.
11. Lindungi/payungi gelas yang telah ditanam tersebut dengan kertas HVS yang telah diberi kaki berupa tusuk gigi.

Tusuk gigi

Kertas



Air, gula, deterjen, dan alkohol 70%

Gelas plastik

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.1 Posisi Gelas dalam Tanah

12. Biarkan selama 24 jam. Ambillah gelasmu pada keesokan harinya.
13. Amatilah makhluk hidup yang telah terperangkap dengan bantuan lup!
14. Tulislah hasil pengamatanmu pada Tabel 10.1

Tabel 10.1 Data Hasil Pengamatan Organisme Tanah

No.	Makhluk Hidup yang Ditemukan di Permukaan Tanah	Makhluk Hidup yang Ditemukan Terperangkap di Dalam Tanah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Apa sajakah hewan yang kamu temukan?
2. Apa sajakah tumbuhan yang kamu temukan?
3. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan tentang peran tanah bagi kehidupan.

Setelah kamu mengamati apa yang ada di dalam tanah, apakah kamu menemukan makhluk hidup seperti cacing, semut, serangga kecil, mungkin lipan, dan lainnya? Jika kamu menemukan hewan-hewan tersebut pada tanah di sekitarmu berarti tanah tersebut tergolong subur. Berdasarkan Aktivitas 10.1 kita jadi tahu bahwa tanah merupakan tempat hidup hewan tanah. Apakah kamu juga menemukan tumbuhan atau hewan yang hidup di atas tanah? Jika kamu menemukan tumbuh-tumbuhan di atas tanah, coba perhatikan tumbuhan tersebut! Pernahkah kamu berpikir mengapa tumbuhan tersebut dapat tumbuh dengan subur? Tumbuhan dapat tumbuh dengan subur karena tumbuhan menyerap nutrisi yang terkandung di dalam tanah. Begitu pentingnya tanah bagi kehidupan, oleh karena itu mari kita pelajari peran tanah bersama-sama!

1. Peranan Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, termasuk tempat hidup bagi tumbuhan. Tumbuhan misalnya pohon jeruk tidak mampu berpindah-pindah untuk mencari kebutuhan hidupnya. Oleh karena itu, tanah harus dapat menyediakan segala keperluan hidup bagi pohon jeruk tersebut sehingga dapat terus tumbuh dan menghasilkan buah sehingga dapat kita nikmati.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.2 Pohon Jeruk

tumbuhan saja? Apakah peranan tanah bagi makhluk hidup lain? Mari simak pelajaran berikut ini agar kamu semakin tahu tentang peranan tanah!

Tumbuhan memerlukan unsur hara atau nutrisi pada tanah yang berupa mineral-mineral dan air yang terkandung dalam tanah. Beberapa tumbuhan, misalnya tanaman polong-polongan dan kacang-kacangan membutuhkan bakteri yang ada di tanah untuk membantu akar melakukan penyerapan dan pengolahan zat hara. Menurutmu, apakah tanah hanya berguna bagi



Ayo, Kita Pikirkan!

Bagaimanakah nutrisi bagi tanaman dapat berada di dalam tanah?

a. Tempat Hidup Hewan dan Bakteri

Berdasarkan Aktivitas 10.1 kamu dapat mengetahui bahwa ternyata di dalam tanah terdapat banyak sekali hewan. Masih ingatkah kamu, hewan-hewan apa saja yang dapat kamu temukan pada saat pengamatan tersebut? Tanah berfungsi sebagai tempat hidup bagi berbagai macam hewan. Selain hewan, pada tanah juga terdapat bakteri, meskipun tidak dapat kamu lihat pada saat pengamatan. Bermilyar-milyar hewan dan bakteri hidup di atas dan dalam tanah.

b. Penunjang Kesehatan dan Penyedia Keperluan Manusia

Pernahkah kamu bermain bola atau menyaksikan pertandingan bola? Di manakah biasanya kamu bermain bola? Di manakah biasanya pertandingan sepak bola berlangsung?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.3 Anak Bermain Sepak Bola di Lapangan

Pertandingan sepak bola biasanya dilaksanakan di lapangan sepak bola, yang berupa lapangan rumput. Berbagai aktivitas manusia seperti sepak bola, bermain kelereng, dan lainnya dilakukan di atas tanah. Rumah sebagian besar manusia dibangun di atas tanah. Manusia juga menggunakan berbagai jenis tanah sebagai bahan bangunan rumah. Berbagai macam barang kerajinan dan perabotan rumah tangga juga banyak yang dibuat dari tanah.

Tumbuhan yang merupakan sumber pangan utama hampir semua makhluk hidup tumbuh di tanah. Selain mengandung nutrisi yang penting bagi tumbuhan, tanah menyimpan berbagai macam logam, batubara dan minyak bumi yang dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Emas, perak, timah, dan benda logam lain tersebar luas di dalam tanah, tetapi hanya beberapa wilayah di Indonesia yang tanahnya mengandung logam-logam tersebut. Batubara dan minyak bumi juga tersimpan di tanah, sehingga perlu dilakukan penambangan dan pengeboran untuk mendapatkannya.



Sumber: [gettyimages.com.au](https://www.gettyimages.com.au)

Gambar 10.4 Penambangan Emas

c. Penyedia dan Penyaring Air

Tahukah kamu di manakah sumber air berada? Sumber air berada di dalam tanah, meskipun banyak juga yang terdapat di atas permukaan tanah misalnya danau, sungai, dan laut. Agar dapat memperoleh air tanah, kita biasanya menggali tanah sampai beberapa meter untuk membuat sumur. Tentunya kamu sudah tidak asing lagi dengan sumur bukan? Air tanah banyak dimanfaatkan oleh hewan, tumbuhan, dan manusia. Air bersih yang berasal dari tanah biasanya dimanfaatkan untuk minum, mandi, mencuci, dan memasak oleh masyarakat.

Rumah tangga dan industri banyak menghasilkan limbah berupa air. Air kotor sisa buangan rumah tangga atau industri ada yang diolah dan ada juga yang langsung dibuang ke tanah melalui aliran sungai. Beberapa bahan penyebab polusi (polutan) yang masuk ke tanah yang melalui air atau secara langsung masuk ke tanah dapat dinetralkan dan menjadi bahan yang tidak membahayakan lingkungan. Hal ini karena di dalam tanah terdapat bakteri atau mikroorganisme yang berfungsi menguraikan senyawa kompleks atau yang berbahaya menjadi lebih sederhana dan tidak merusak lingkungan.

2. Peran Organisme Tanah

Tanah menyimpan milyaran organisme di dalamnya. Ingatkah kamu pada kegiatan sebelumnya (Aktivitas 10.1) saat kamu menggali tanah untuk mengidentifikasi apa saja makhluk hidup di dalamnya? Apakah kamu sudah menemukan berbagai macam makhluk hidup seperti semut dan cacing? Nah, selain makhluk hidup yang tampak secara kasat mata, di dalam tanah juga terdapat milyaran organisme yang tinggal di dalamnya. Sayangnya, dari sekian banyak organisme tanah hanya sedikit yang sudah mampu dikenali oleh para ahli.



Sumber: [gettyimages.com.au](https://www.gettyimages.com.au)

Gambar 10.5 Cacing Tanah

Organisme tanah pada umumnya berada pada lapisan tanah bagian atas, kurang lebih 10 cm di bawah permukaan tanah. Aktivitas biologis yang ada di tanah 80-100% dilakukan oleh jamur dan bakteri. Hasil dari aktivitas biologis yang dilakukan oleh hewan, jamur, dan mikroorganisme inilah yang dapat mempengaruhi kesuburan, tekstur tanah, dan kegemburan tanah. Berikut ini uraian lebih lanjut tentang beberapa peranan organisme tanah.

a. Dekomposer

Organisme tanah melakukan dekomposisi atau penguraian terhadap bahan-bahan organik yang berasal dari sisa makhluk hidup. Misalnya, daun-daun yang telah jatuh ke tanah, ranting-ranting, dan jasad hewan yang telah mati menjadi materi organik yang lebih sederhana. Selain menguraikan materi organik, organisme tanah juga dapat membantu pelapukan bantuan menjadi bahan-bahan anorganik atau yang biasa kita sebut mineral tanah. Materi organik dan mineral yang ada di tanah inilah yang disebut dengan zat hara atau nutrisi bagi tanaman. Keberadaan organisme tanah sebagai dekomposer dimanfaatkan untuk membuat pupuk kompos, yaitu pembuatan pupuk dari bahan organik.

b. Pereaksi Kimia dalam Tanah

Bakteri yang terdapat di tanah terlibat dalam reaksi penguraian materi organik. Misalnya bakteri *Nitrosomonas* yang terlibat dalam reaksi penguraian materi organik kompleks yang berasal dari sisa makhluk hidup menjadi nitrat, senyawa yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Mikoriza, yaitu jamur yang mampu membantu tanaman untuk meningkatkan kemampuannya menyerap unsur hara berupa fosfor.

c. Pengurai Polutan dalam Tanah

Organisme tanah dapat berperan sebagai agen biologis yang mampu membersihkan polutan dalam tanah. Organisme tanah menguraikan bahan kimia yang masuk ke tanah misalnya herbisida dari hasil pertanian. Penguraian herbisida dapat dilakukan dengan lebih cepat jika aktivitas organisme tanah semakin tinggi. Unsur racun dan polutan seperti arsenik, kromium, dan merkuri dapat “terkunci” di tanah karena terakumulasi di dalam tubuh bakteri. Polutan-polutan tersebut tidak menyebabkan polusi bertambah parah.

d. Pencegah Penyakit Tanah

Pada kondisi normal ketika tanah memiliki jumlah senyawa organik dan aktivitas organisme yang tinggi maka organisme tanah dapat melawan organisme penyakit yang masuk ke tanah. Kondisi tanah yang normal dapat tercipta ketika aktivitas pertanian dan perkebunan tidak berlebihan dan tidak banyak menggunakan bahan kimia untuk pupuk dan pestisida. Secara alami, organisme yang ada di tanah memanfaatkan prinsip pengendalian biologis, yaitu predator dan mangsa sehingga organisme yang mengganggu tanah dapat terkendali.

e. Pemberi Pengaruh pada Tekstur Tanah

Coba perhatikan tanah di sekitarmu! Tanyakan pada orang tuamu apa saja jenis tanah yang ada di sekitarmu? Tanah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan teksturnya. Jenis tanah dapat ditentukan berdasarkan jumlah partikel penyusun yang paling banyak terdapat pada tanah tersebut. Partikel yang terdapat di dalam tanah adalah pasir, liat, dan debu. Tekstur tanah secara sederhana dapat ditentukan berdasarkan “Uji Rasa”. Agar lebih memahaminya ayo, lakukan aktivitas berikut ini dengan seksama.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.2 Menentukan Tekstur Tanah

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah dari berbagai tempat,
2. 1 buah mangkuk,
3. air, dan
4. plastik.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok dengan teman-temanmu.
2. Carilah tanah dari tempat-tempat yang berbeda.
3. Ambil tanah kemudian letakkan dalam mangkuk, kemudian bentuk menjadi bola. Tambahkan air sedikit demi sedikit ke dalam tanah hingga tanah menjadi lembab. Lihat Gambar 10.6



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.6 Pembentukan Tanah Menjadi Bola

4. Setelah tanah dalam mangkuk mulai lembab, cobalah membuat pilinan tanah yang panjang dan pipih seperti pita. Gunakan ibu jari dan telunjuk untuk menekan sehingga dapat membentuknya menjadi pipih. Jangan lupa gunakan plastik atau kertas sebagai alas. Lihat Gambar 10.7!



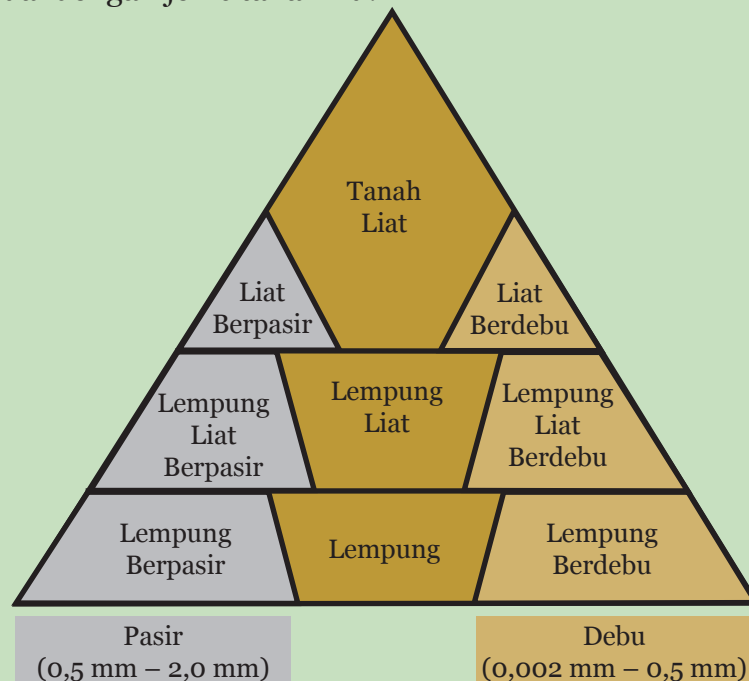
(a)

(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.7 (a) Pembentukan Tanah Menjadi Pilinan; (b) Pilinan Tanah

5. Cocokkan hasil pilinan tanahmu dengan kriteria berikut.
 - Jika tanah dapat dibuat menjadi pita yang panjang dan tipis maka disebut tanah liat (panjang pita lebih dari 5 cm)
 - Jika tanah dapat dibentuk menjadi pita panjang tetapi dapat patah dengan mudah maka disebut tanah lempung liat (panjang pita sekitar 2,5 cm-5 cm)
 - Jika tanah sulit dibentuk menjadi pita panjang maka disebut tanah lempung (panjang pita maksimal 2,5 cm)
 - Jika tidak dapat dibuat pita (0 cm) maka disebut tanah pasir.
6. Berilah tanda cek (✓) pada segitiga klasifikasi tanah berikut sesuai dengan jenis tanahmu!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.8 Klasifikasi Tekstur Tanah Berdasarkan Ukuran Partikel

7. Selanjutnya coba pegang dan rasakan tekstur tanahmu, kemudian cocokkan hasil pilinan tanahmu dengan kriteria yang lebih detail berikut.
 - Jika tanah terasa halus, tambahkan kata berdebu pada nama tanahmu
 - Jika tanah terasa sedikit berpasir, jangan tambahkan kata pada nama tanahmu
 - Jika tanah terasa sangat berpasir, tambahkan kata berpasir pada nama tanahmu.
8. Agar kamu lebih mudah membandingkan tekstur tanah, cobalah terlebih dahulu merasakan tanah pasir dan tanah liat yang disediakan gurumu dan belum diberi air.

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Apakah jenis tanahmu?
2. Coba sebutkan ciri-ciri jenis tanahmu!
3. Coba jelaskan ciri-ciri yang dapat membedakan jenis tanah pasir, tanah lempung, dan tanah liat!

Kamu telah melakukan Aktivitas 10.2 yaitu mengidentifikasi tekstur tanah yang menyenangkan bukan? Sekarang kamu telah mengetahui cara sederhana menentukan jenis tanah. Jenis tanah dikelompokkan berdasarkan ukuran partikel-partikel penyusunnya. Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran partikel yang menyusun tanah. Tekstur tanah juga merupakan ukuran proporsi relatif berbagai ukuran partikel yang menyusun suatu tanah.

Tanah memiliki ukuran partikel yang berbeda-beda, oleh karena itu kita mengolongkan tanah menjadi beberapa jenis tanah seperti tanah lempung, tanah liat dan pasir, ataupun tanah campuran dari ketiganya. Jenis tanah dapat diberi nama berdasarkan ukuran partikel utama atau kombinasi dari ukuran partikel yang paling melimpah. Sebagai contoh, kita dapat menyebut “tanah liat berpasir” ketika tanah tersebut dapat dibuat menjadi pita yang tipis dan panjang, serta terasa berpasir. Oleh karena itu kita dapat mengetahui bahwa tanah tersebut tersusun atas tanah liat dan pasir.

Pembentukan tekstur tanah ini tentunya tidak lepas dari bantuan beberapa makhluk hidup seperti cacing atau akar tumbuhan yang

mampu mempercepat pemecahan partikel-partikel tersebut dari batuan. Akar tumbuhan mampu menembus batuan karena akar mampu mengeluarkan zat asam sehingga secara kimiawi dapat membantu pelapukan batuan.

Kamu sudah tahu bahwa tanah dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan teksturnya. Tekstur tanah tersebut juga akan mempengaruhi sifat-sifat tanahnya. Untuk mengetahui bagaimana sifat setiap jenis tanah, lakukanlah aktivitas berikut ini dengan penuh semangat!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.3 Mengetahui Sifat Tanah

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah liat, tanah lempung dan pasir
2. Air
3. Botol plastik bekas ukuran sedang
4. Gunting atau *cutter*
5. Gelas ukur
6. Paku besar



(a)



(b)



(c)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.9 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan: (a) Pasir (b) Lempung (c) Botol Plastik Bekas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Potonglah botol plastik menjadi dua bagian seperti Gambar 10.10 dengan hati-hati.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.10 Memotong Botol Plastik

Berhati-hatilah ketika memotong botol plastik dengan *cutter*

2. Lubangi ujung botol dengan menggunakan paku/peniti. Perhatikan bahwa jumlah dan besarnya lubang harus sama pada setiap botol.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.11 Melubangi Botol Plastik pada Bagian Atas

3. Masukkan ketiga jenis tanah pada bagian atas masing-masing botol dengan volume yang sama.
4. Berilah air sebanyak 100 mL pada masing-masing botol, kemudian amatilah air yang tertampung selama 15 menit.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.12 Memberikan Air pada Masing-masing Botol

- Setelah 15 menit ukurlah volume air yang tertampung ke dalam gelas ukur dengan cermat, kemudian tulis hasil pengamatanmu pada tabel berikut!

Tabel 10.2 Hasil Pengamatan Daya Resap tanah

Jenis tanah	Volume air awal	Volume air yang tertampung

Apa yang harus kamu diskusikan?

- Jenis tanah manakah yang paling sedikit menampung air? Mengapa demikian?
- Jenis tanah manakah yang paling banyak menampung air? Mengapa demikian?
- Berdasarkan percobaanmu tuliskan bagaimanakah sifat masing-masing tanah!

Setelah kamu melakukan percobaan untuk mengidentifikasi tanah tentu sekarang kamu sudah semakin tahu bahwa sifat-sifat tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah. Tanah pasir memiliki tekstur yang berbutir sehingga memiliki porositas yang tinggi, artinya tanah pasir kurang dapat menyimpan atau menahan air karena air akan mudah mengalir melewati celah-celah yang cukup besar. Berbeda dengan tanah liat, tanah liat tersusun atas partikel-partikel yang sangat kecil sehingga tanah liat dapat menyimpan air lebih lama. Hal tersebut

dapat dilihat dari pergerakan atau aliran air yang lambat ketika tanah liat diberi air. Sifat tanah akan mempengaruhi kemampuannya dalam menyediakan nutrisi dan air yang sangat dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan yang hidup di atasnya.

Tanah yang subur memiliki perpaduan tanah lempung, tanah liat, dan pasir yang hampir sama. Sifat dari perpaduan ketiga jenis tanah tersebut akan sangat menguntungkan tumbuhan di atasnya sebab dengan adanya tanah liat yang sulit ditembus air maka kandungan air dalam tanah dapat terjaga. Adanya pasir juga menguntungkan karena akan memiliki pori-pori yang cukup besar sehingga memudahkan sel-sel akar mendapatkan oksigen.



Ayo, Kita Pikirkan!

Menurut pendapatmu apakah kemampuan tanah dalam menyimpan air juga menunjukkan kemampuannya dalam menyimpan nutrisi dalam tanah?



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu apa perbedaan tanah liat dan lempung? Tanah liat itu merupakan tanah yang lentur dan sulit ditembus oleh air, berwarna lebih terang dibandingkan lempung. Tanah liat merupakan tanah yang tidak banyak campuran pasir dan batuan kecil. Oleh karena itu tanah liat sering dimanfaatkan sebagai bahan utama produk gerabah dan bisa juga untuk membuat keramik. Tanah lempung adalah tanah yang terdiri atas campuran pasir, tanah liat, dan debu dengan jumlah yang hampir sama.




f. Pengatur Kegemburan dan Struktur Tanah

Organisme tanah membantu terbentuknya struktur tanah. Struktur tanah merupakan susunan partikel-partikel tanah yang terikat satu sama lain menjadi suatu gumpalan. Partikel-partikel tanah direkatkan oleh suatu perekat seperti bahan organik yang dihasilkan

oleh organisme tanah. Lendir yang dihasilkan oleh organisme tanah akan bercampur dengan tanah dan membuat partikel tanah terkumpul membentuk gumpalan-gumpalan tanah. Gumpalan tanah yang baik akan menunjang kehidupan organisme tanah dan juga menunjang pertumbuhan populasi organisme tanah. Keberadaan jamur di tanah juga mampu membantu pembentukan gumpalan tanah.

Struktur tanah dan kegemburan tanah saling memiliki keterkaitan. Organisme tanah juga mampu membuat pori-pori tanah yang dapat menggemburkan tanah dan memungkinkan udara masuk ke dalam tanah (aerasi tanah). Pori-pori tanah dapat terbentuk karena adanya pergerakan organisme tanah seperti cacing tanah, lipan, dan kaki seribu. Pori-pori tanah juga berguna untuk meningkatkan penyerapan air oleh tanah. Tanah yang memiliki aerasi dan jumlah air yang cukup, sangat baik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah

	Ayo, Kita Pelajari <ul style="list-style-type: none">• Proses pembentukan tanah• Peran organisme tanah		Istilah Penting <ul style="list-style-type: none">• Erosi• Horizon tanah• Humus
	Mengapa Penting? <p>Membantu kamu memahami bagaimana tanah yang ada di sekitar kita terbentuk dan apa penyusunnya.</p>		

1. Proses Pembentukan Tanah

Tanah sangat penting bagi kehidupan dan organisme tanah yang ada di dalamnya. Pernahkah kamu berpikir dari manakah asal tanah? Atau, bagaimana proses pembentukan tanah? Tanah merupakan campuran dari batuan yang telah lapuk, penguraian bahan organik, mineral, air, dan udara. Tanah terbentuk karena adanya pelapukan fisik, kimia, dan biologis. Faktor fisik yang mempengaruhi pelapukan adalah iklim, adanya sinar matahari, dan curah hujan mempengaruhi suhu

bumi sehingga membantu mempercepat pelapukan batuan. Selain itu pelapukan secara biologis, dibantu oleh adanya mikroorganisme tanah dan jenis vegetasi tumbuhan juga mempengaruhi proses pembentukan tanah. Faktor lain yang mempengaruhi pembentukan tanah adalah tipe batuan, topografi atau relief tanah suatu daerah, dan waktu. Tahukah kamu, dibutuhkan ribuan tahun untuk membentuk tanah setebal beberapa sentimeter saja?

Pernahkah kamu melihat orang yang sedang menggali tanah? Ketika tanah digali sampai dalam biasanya akan tampak lapisan-lapisan tanah (horizon tanah) yang memiliki gradasi warna yang berbeda seperti Gambar 10.13



Horizon A merupakan lapisan teratas terdiri atas campuran dari pelapukan batuan dengan berbagai tekstur, organisme hidup, dan zat organik.

Horizon B merupakan lapisan yang memiliki kandungan zat organik lebih sedikit dibandingkan dengan lapisan di atasnya.

Horizon C merupakan lapisan yang tersusun atas batuan, yang berperan sebagai penyedia utama material untuk tanah bagian paling atas.

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.13 Lapisan-lapisan Tanah

Pada bagian paling atas, tumbuhan memperoleh nutrisi berupa air dan mineral-mineral dari dalam tanah. Tanah bagian atas yang kaya nutrisi ini juga rentan kehilangan kandungan mineral dan nutrisi akibat beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir apabila tidak ada tumbuhan yang hidup di atasnya. Untuk lebih memahami dampak yang terjadi lakukanlah Aktivitas 10.4 berikut ini.



Ayo, Kita Lakukan

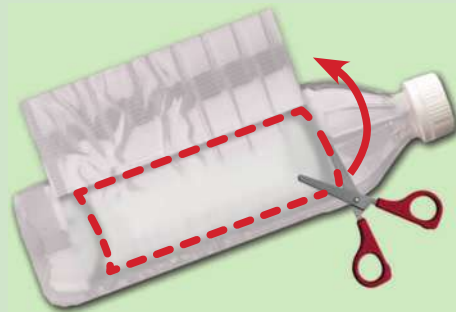
Aktivitas 10.4 Peran Tumbuhan dalam Mencegah Erosi

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah,
2. rumput atau tanaman lainnya,
3. 4 buah botol plastik bekas,
4. gunting atau *cutter*,
5. gelas ukur,
6. cetok (sekop kecil), dan
7. karet.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sediakan dua botol air minum bekas.
2. Potonglah masing-masing botol seperti pola Gambar 10.14 berikut dengan hati-hati.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.14 Pola Pemotongan Botol untuk Menanam

3. Isilah kedua botol yang telah kamu potong pada tahap 2 dengan tanah.
4. Isilah salah satu botol dengan tanah yang terdapat rumput atau tanaman lain, kemudian isilah botol yang lain dengan tanah saja sehingga kamu akan memperoleh hasil seperti Gambar 10.15.



(a)

(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.15 Botol Tempat Menanam; (a) Botol yang Terdapat Tumbuhan (b) Botol yang Tidak Terdapat Tumbuhan.

5. Potonglah 2 botol yang lain pada bagian ujungnya. Gunakan botol tersebut sebagai penampung.
6. Pasanglah penampung pada ujung masing-masing botol yang telah berisi tanah dengan menggunakan karet.
7. Letakkan botol pada sebuah papan. Atur papan dengan kemiringan tertentu. Upayakan agar botol- botol tidak terjatuh.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.16 Posisi Miring Botol

8. Siramlah kedua botol dengan setengah gelas air (100 mL air). Usahakan agar alirannya deras bukan secara perlahan-lahan.
9. Tampunglah air yang keluar dari kedua mulut botol.



(a)

(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 10.17 (a) Menyiram Kedua Botol dengan Air dalam Volume yang Sama
(b) Air yang Tertampung pada Botol Penampung

10. Amatilah dengan cermat air yang tertampung dalam wadah. Tuliskan hasil pengamatanmu pada tabel berikut!

Tabel 10.3 Hasil Pengamatan Kondisi Air

Keterangan	Volume air yang Tertampung	Kondisi Air
Botol 1		
Botol 2		

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Bagaimanakah kondisi kejernihan air pada botol yang terdapat tumbuhan dan botol yang berisi tanah saja? Jelaskan mengapa demikian?
2. Di antara kedua botol tersebut manakah botol yang dapat menyerap atau menahan air lebih banyak? Jelaskan mengapa demikian?
3. Berdasarkan aktivitas yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?
4. Di antara kedua botol tersebut manakah botol yang dapat menyerap atau menahan air lebih banyak? Jelaskan mengapa demikian?
5. Berdasarkan aktivitas yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Ayo, Kita Pahami

Erosi tanah atau berpindahnya sebagian lapisan tanah merupakan salah satu bencana alam yang pada umumnya disebabkan oleh ulah manusia. Erosi tanah yang terjadi di Indonesia biasanya akibat derasnya arus air yang melewati suatu kawasan bertanah. Erosi tanah mengikis lapisan tanah teratas yang subur dan banyak dihuni oleh organisme tanah. Dengan demikian yang tersisa adalah tanah yang kurang subur dan kualitas tanah menjadi kurang baik.

Agar tanah terhindar dari bahaya erosi upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengadakan reboisasi atau penanaman kembali tanah yang gundul dan tanah yang banyak dilewati arus air. Selain itu dengan menerapkan terasering maka dapat menjaga hilangnya tanah akibat aliran air pada lahan-lahan yang miring.



Ayo, Kita Diskusikan

Organisme tanah merupakan faktor penting yang harus ada di dalam tanah. Coba diskusikan dengan teman sebangkumu, adakah tanah di permukaan bumi yang tidak mengandung organisme tanah? Apakah organisme tanah bisa musnah dan punah? Bagaimana cara menjaga agar organisme tanah tetap lestari?



Ayo, Kita Cari Tahu

Setelah mengetahui betapa pentingnya peranan tanah bagi kelangsungan hidup organisme, coba cari tahu aktivitas apa yang dapat kita lakukan untuk menjaga tanah agar tetap lestari dan dapat menjalankan peranannya dengan baik? Kamu juga dapat bertanya pada orang tuamu untuk membantumu.

2. Komponen Tanah

Masih ingatkah kamu dengan Aktivitas 10.1 saat kamu mengidentifikasi organisme yang hidup di permukaan tanah dan di dalam tanah? Tanah memang merupakan bagian permukaan bumi tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan milyaran mikroorganisme. Tahukah kamu bahwa tanah itu tidak hanya terdiri atas satu komponen saja? Agar kamu mengetahuinya, lakukan aktivitas berikut ini!



Sumber: [gettyimages.com.au](https://www.gettyimages.com.au)

Gambar 10.18 Penampakan Tanah yang Digali



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.5 Mengidentifikasi Komponen Penyusun Tanah

Pada aktivitas ini kamu akan melakukan percobaan untuk mengetahui komponen-komponen yang menyusun tanah. Lakukanlah aktivitas ini bersama teman satu kelompokmu!

Apa yang kamu perlukan?

1. 3 buah antong plastik,
2. 1 sekop,
3. 3 lembar koran atau kertas bekas, dan
4. 1 kaca pembesar.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Ambillah tanah sebanyak 1 – 2 sekop. Kamu harus mengambil tanah dari tiga tempat yang berbeda. Hal yang harus kamu perhatikan pada saat mengambil tanah adalah kamu harus mengambil tanah dengan menancapkan sekop dengan cukup dalam, sehingga tanah yang terambil tidak hanya pada permukaan saja. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah, apabila pada tanah tersebut terdapat tumbuhan yang tumbuh atau ada hewan yang hidup di sana maka sertakan pula tumbuhan dan hewan tersebut.
2. Masukkan masing-masing tanah pada kantong plastik yang berbeda.
3. Berilah label untuk masing-masing tanah yang telah diambil dari tempat berbeda.
4. Letakkan tanah yang telah kamu ambil di atas koran atau kertas bekas.
5. Amatilah apa saja yang terdapat pada masing-masing tanah tersebut.
6. Tuliskan hasil pengamatanmu pada Tabel 10.4

Tabel 10.4 Hasil Pengamatan Komponen-komponen Tanah

Tempat Pengambilan Tanah	Komponen-komponen Tanah

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Apa sajakah komponen tanah yang kamu temukan selain tumbuh-tumbuhan dan hewan?
2. Apakah kamu dapat menemukan batuan atau kerikil, daun-daun yang lapuk, atau air? Jika “ya” tanah dari manakah yang mengandung komponen-komponen tersebut?
3. Menurut pendapatmu, apakah tempat pengambilan tanah atau jenis tanah mempengaruhi komponen-komponen yang terkandung di dalamnya? Jelaskan alasanmu!
4. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

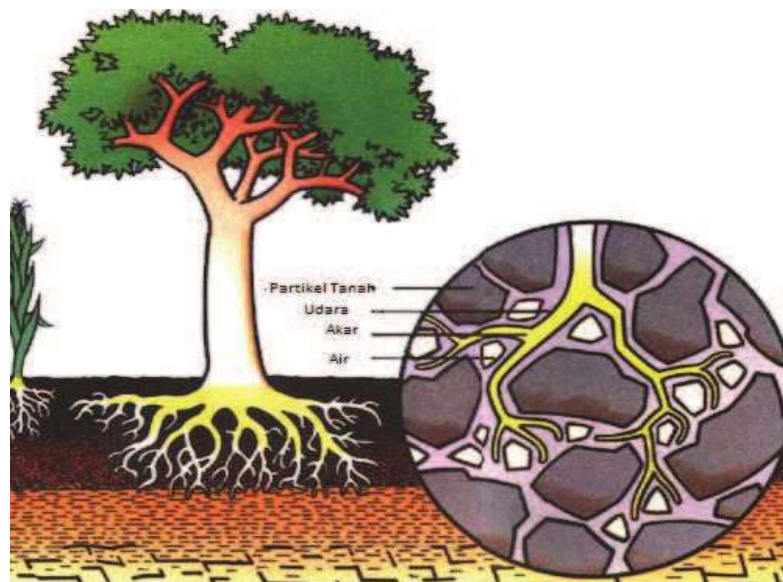
Kamu telah melakukan Aktivitas 10.5 yaitu pengamatan komponen-komponen penyusun tanah. Apa saja komponen penyusun tanah? Berikut ini akan dibahas lebih jelas tentang komponen-komponen penyusun tanah.

a. Batuan

Coba perhatikan tanah di sekitarmu! Apakah kamu dapat menemukan batuan dengan mudah? Batuan merupakan bahan padat yang terbentuk secara alami yang tersusun dari campuran mineral dan senyawa dengan berbagai komposisi. Para ahli geologi mengelompokkan batuan menjadi 3 jenis berdasarkan proses terjadinya yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf. Jenis-jenis batuan tersebut sudah pernah kamu pelajari pada saat Sekolah Dasar. Batuan dapat berasal dari magma gunung berapi yang mendingin. Batuan-batuan yang ada di bumi tersebut mengalami pelapukan sehingga menjadi bahan pembentuk tanah.

b. Udara

Pernahkah kamu berpikir bahwa pada tanah terdapat udara? Meskipun tanah adalah benda yang kelihatannya padat, tetapi sebenarnya pada tanah tersebut terdapat rongga-rongga yang berisi udara. Tahukah kamu di manakah posisi rongga udara tersebut? Agar kamu dapat mengetahuinya perhatikan Gambar 10.19!



Sumber: education.usgs.gov

Gambar 10.19 Rongga Udara di antara Partikel

Berdasarkan Gambar 10.19 kamu dapat mengetahui bahwa rongga udara terdapat di antara partikel (butiran) tanah. Selain di antara partikel tanah, rongga udara juga terdapat di antara batuan yang terdapat di tanah, di antara batuan dan partikel tanah, di antara partikel tanah dengan akar tumbuhan ataupun di antara akar tanaman dengan batu. Rongga udara juga dapat terbentuk oleh aktivitas hewan tanah, misalnya cacing.

c. Humus

Humus adalah komponen organik yang dihasilkan dari proses dekomposisi (penguraian) hewan atau tumbuhan yang telah mati, daun yang gugur, ataupun feses oleh bakteri dan jamur. Kamu tentunya sudah sering mendengar bahwa humus adalah tanah yang subur. Tahukah kamu mengapa demikian? Humus adalah tanah yang memiliki tekstur gembur dan memiliki banyak pori-pori sehingga memungkinkan untuk terjadinya



Sumber: education.usgs.gov

Gambar 10.20 Humus

pertukaran udara. Kondisi tersebut menyebabkan akar memperoleh cukup udara dan tanah humus mampu mempertahankan air sehingga tanah selalu lembab. Selain itu humus juga mengandung mineral-mineral dan nutrisi yang penting bagi pertumbuhan tumbuhan.

d. Air

Apakah kamu menemukan air pada aktivitas pengamatan 'Komponen-komponen Penyusun Tanah' yang telah kamu lakukan? Apakah sebenarnya pada tanah terdapat air? Seperti yang telah kamu pelajari sebelumnya, tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, seperti bakteri, cacing, jamur, tumbuhan, dan lain-lainnya. Makhluk hidup yang hidup di tanah pada umumnya butuh kelembaban tanah. Kelembaban tanah disebabkan karena keberadaan air di dalam tanah. Begitu pula tumbuhan juga membutuhkan air. Air diserap oleh tumbuhan setelah air menembus tanah dan mencapai akar. Mari kita lakukan aktivitas berikut untuk menyelidiki keberadaan air pada tanah!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.6 Mengetahui Kandungan Air Pada Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, seperti bakteri, cacing, jamur, tumbuhan dan lain sebagainya. Makhluk hidup yang hidup di tanah pada umumnya butuh kelembaban tanah. Kelembaban tanah disebabkan karena keberadaan air di dalam tanah. Nah, mari kita lakukan aktivitas berikut untuk mengetahui keberadaan air di dalam tanah.

Apa yang kamu perlukan?

1. 3 buah gelas bekas air mineral yang bersih dan kering,
2. setengah gelas tanah yang diambil dari kebun,
3. setengah gelas pasir sebanyak,
4. 3 buah kantong plastik bening,
5. selotip atau 3 buah tali karet,
6. gunting, dan
7. spidol.

Mintalah bantuan orang tuamu jika kamu kesulitan mendapatkan alat dan bahan tersebut!

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berilah label pada ketiga gelas air mineral yang telah kamu sediakan. Gelas pertama diberi tulisan ‘Tanah Kebun’, gelas kedua diberi tulisan ‘Pasir’, dan gelas ketiga dengan tanda strip (-).
2. Masukkan tanah kebun pada gelas yang diberi label dengan tulisan ‘Tanah Kebun’ begitu pula dengan pasir dimasukkan pada gelas yang diberi label dengan tulisan ‘Pasir’. Untuk gelas air mineral yang diberi label tanda strip (-) dibiarkan kosong.
3. Tutuplah masing-masing gelas dengan plastik dan ikatlah dengan karet atau selotip hingga tertutup rapat.

4. Letakkan ketiga gelas tersebut di bawah sinar matahari selama 30 menit.
5. Amati permukaan bagian bawah plastik penutup pada semua semua gelas percobaan!
6. Catatlah hasil pengamatanmu!

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Manakah jenis tanah yang mengandung air?
2. Berdasarkan aktivitas pengamatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

e. Mineral

Masih ingatkah kamu dari manakah asal tanah? Tanah dapat berasal dari pelapukan batuan dan kerak bumi. Kerak bumi memiliki tebal 10-15 kilometer atau bahkan lebih. Nah, di dalam kerak bumi inilah banyak terdapat kandungan mineral berupa ion-ion positif dan ion-ion negatif. Tentu kamu sudah tidak asing dengan istilah ion bukan?

Beberapa ion positif yang ada dalam tanah adalah Kalium (K^+), Kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}). Sedangkan ion-ion negatif adalah nitrat (NO_3^-), fosfat ($H_2PO_4^-$), dan sulfat (SO_4^{2-}). Ion-ion tersebut merupakan nutrisi bagi tumbuhan yang diserap melalui akar. Kandungan mineral dalam tanah yang berbeda-beda menentukan sifat dan karakter suatu tanah. Tidak semua tanah sesuai untuk bercocok tanam bukan? Menurut pendapatmu, tanah pada daerah manakah yang sangat mendukung untuk bercocok tanam?

Tanah yang subur tidak hanya ditentukan oleh kandungan mineral di dalamnya tetapi juga sifat fisika dan kimia tanah. Sifat fisika tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Kamu sudah mempelajarinya pada awal bab ini. Masih ingatkah kamu? Selain itu, sifat fisika tanah yang dapat diamati dengan mudah untuk menentukan kesuburan tanah adalah warna tanah. Salah satu sifat kimia tanah yang menjadi indikator kesuburan tanah adalah derajat keasaman atau pH tanah. Tanah yang subur memiliki pH tanah sekitar 7. Pada kisaran pH tersebut tumbuhan dapat menyerap nutrisi secara optimal. Coba lakukan aktivitas berikut ini untuk mengetahui pH tanah di sekitarmu!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.7 Mengidentifikasi Tingkat Kesuburan Tanah

Pada aktivitas ini kamu akan mencoba mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah dengan salah satu sifat fisika tanah yakni dengan warna tanah dan sifat kimia tanah dengan mengukur pH tanah.

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah,
2. kertas lakmus atau pH universal atau kunyit,
3. gelas bekas air mineral,
4. sendok, dan
5. air.

Apa yang harus kamu lakukan?

A. Mengukur pH Tanah

1. Ambil tanah dari tempat tinggalmu. Kamu dapat mengambil dari beberapa titik dari tempat tersebut. Campur semua tanah dari beberapa titik tersebut secara merata.
2. Ambil sedikit sampel tanah kemudian campur dengan air dengan perbandingan 1:1 ke dalam gelas.
3. Aduk campuran tanah dan air tersebut, kemudian tunggu hingga tanah mengendap.
4. Setelah airnya mulai jernih, masukkan kertas lakmus atau pH universal dan tunggu hingga 1 menit. Usahakan agar kertas lakmus dan pH universalnya tidak terkena tanah yang mengendap di bawahnya!
5. Jika menggunakan kunyit, potonglah kunyit sekitar 2 cm kemudian belah menjadi dua bagian. Masukkan satu bagian dalam campuran sampel tanah dan air kemudian diamkan selama 30 menit dan bagian belahan kunyit yang lain sebagai pembanding.
6. Amatilah perubahan yang terjadi pada indikatormu! Gunakan kriteria berikut untuk menentukan hasilnya!

Tabel 10.5 Indikator Perubahan Warna

pH	Perubahan Warna Indikator		
	Lakmus Merah	Lakmus Biru	Kunyit
Asam (pH <7)	Merah	Merah	Warna kuning memudar
Basa (pH > 7)	Biru	Biru	Biru tua
Netral	Tetap merah	Tetap biru	Tetap cerah

Keterangan:

- Jika menggunakan pH universal cocokkan warna kertas pH dengan skala dan warna di wadah indikator universal untuk menentukan nilai pH.

B. Menentukan Warna Tanah

1. Ambil bongkahan tanah dari lingkungan sekitarmu!
2. Amati warna tanahnya. Gunakan kriteria berikut untuk mendeskripsikan hasilnya!
 - Warna hitam dan gelap : banyak mengandung humus
 - Warna tanah merah : banyak mineral besi
 - Warna tanah kuning coklat : banyak besi
 - Warna tanah pucat atau kekuning-kuningan: banyak kuarsa.
3. Selanjutnya bandingkan tingkat produktivitas tanah dengan kriteria berikut:

Hitam → coklat → coklat seperti karat → merah → abu-abu → kuning → putih

Semakin pudar warna tanah maka produktivitas tanahnya semakin menurun

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Berapa pH tanahmu?
2. Termasuk dalam warna apakah tanahmu?
3. Berdasarkan pH dan warna tanah, bagaimanakah tingkat kesuburan tanahmu? Jelaskan!
4. Apa yang dapat kamu simpulkan dari aktivitas ini?

Berdasarkan aktivitas pengamatan pH dan warna tanah, kita dapat mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah di sekitar kita. Mengapa warna tanah berkaitan dengan tingkat kesuburan tanah? Semakin gelap warna tanah kandungan bahan organikya tinggi. Warna tanah

yang gelap juga akan menyerap panas lebih cepat dibandingkan dengan warna yang terang. Coba ingat-ingat kembali pelajaran kelas VII tentang kalor! Karena banyak menyerap panas maka kandungan air pada tanah yang gelap akan lebih cepat menguap sehingga tanah menjadi lebih cepat kering. Kondisi warna tanah inilah yang secara tidak langsung dapat dikatakan berpengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah. Warna tanah akan mempengaruhi temperatur dan kelembaban sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, aktivitas organisme tanah, dan struktur tanahnya.



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu mengapa saat ini orang lebih banyak beralih pada pertanian organik? Pertanian organik menggunakan pupuk alami/organik bukan pupuk kimia yang berasal dari pabrik. Pupuk alami memberikan beberapa keuntungan bagi kita karena pupuk organik melepaskan mineral secara perlahan melalui pelapukan alami. Oleh karena itu, ketersediaan mineral tanah lebih terjaga dan kita tidak perlu sering memupuk. Hal ini berbeda dengan pupuk kimia, pupuk kimia menyediakan mineral secara langsung namun mineral dari pupuk kimia ini akan lebih cepat hilang dari tanah.

Pupuk organik dan pupuk kimia memang akan melepaskan mineral-mineral yang sama sesuai dengan apa yang dibutuhkan tumbuhan, namun kita juga harus pandai dan bijak dalam menggunakannya. Jika kita terlalu sering memupuk tanah dengan pupuk kimia maka akan berdampak buruk pada lingkungan di sekitar kita. Pupuk kimia akan mudah terlarut dan terbawa oleh air hujan ke sungai sehingga menyebabkan suburnya tanaman air.

Jika tumbuhan air terlalu subur maka akan mengganggu kehidupan ikan. Apabila tumbuhan air tersebut mati, maka organisme pengurai akan membutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya. Kondisi tersebut menyebabkan oksigen terlarut di dalam air menjadi berkurang sehingga dapat menyebabkan banyak ikan atau organisme air yang mati. Selain itu, berkurangnya oksigen terlarut dalam air juga disebabkan kurangnya cahaya matahari yang tidak dapat menembus dasar sungai sehingga menghambat fotosintesis tumbuhan air. Peristiwa ini dikenal dengan sebutan eutrofikasi.

f. Komponen Organik

Pada Aktivitas “Ayo, Kita Lakukan” diawal pembahasan bab ini apakah kamu menemukan hewan atau tanaman yang hidup di dalam tanah? Tanah merupakan tempat hidup dari beberapa makhluk hidup mulai dari bakteri, jamur, alga, serangga, dan cacing tanah. Organisme tanah tersebut menguraikan bahan-bahan yang berasal dari makhluk hidup sehingga menghasilkan meterial organik di dalam tanah. Masih ingatkah kamu bahan-bahan apa saja yang mampu diuraikan oleh organisme tanah tersebut sehingga menjadikan tanah subur?



Ayo, Kita Renungkan

Setelah kita belajar tentang tanah kita menjadi tahu bahwa tanah yang kita injak setiap hari merupakan tempat tinggal milyaran makhluk hidup yang sangat berperan dalam menjaga kelangsungan hidup di bumi. Makhluk hidup yang tak tampak oleh penglihatan kita bukanlah makhluk hidup yang tidak berguna, justru organisme itulah yang membantu menyediakan nutrisi untuk tumbuh-tumbuhan. Kita sebagai manusia hendaknya dapat bersikap bijak dalam menjaga tanah sebagai tempat hidup makhluk di bumi. Sudah menjadi tugas kita menjaga kelestarian tanah dengan mengolah tanah dengan baik, menjaga tanah agar tidak terkena erosi, tidak mencemari tanah dengan sampah-sampah yang mengganggu kehidupan organisme dalam tanah.

Kita juga patut bersyukur kepada Tuhan karena telah memberikan anugerah tempat tinggal di bumi yang begitu subur, maka sudah sepatutnya kita dapat hidup selaras dengan makhluk hidup lainnya di bumi. Marilah kita menjaga tanah tempat tinggal kita agar mekanisme kehidupan tetap berjalan dengan baik dan semua makhluk hidup dapat menjalankan perannya masing-masing dengan seimbang.



Info Tokoh



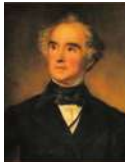
Abad Ke-9

Banu Musa



Pengarang buku *Al Hiyal* (buku alat-alat pintar) yang berisikan 100 macam mesin seperti pengisi tangki air otomatis, kincir air, dan sistem kanal bawah tanah (sekarang yang terkenal Belanda), teknik pengolahan logam, tambang, lampu tambang, teknik survei, dan pembuatan tambang bawah tanah.

Justus von Liebig



1803-1873



Ahli kimia berwarga negara Jerman menyatakan bahwa dengan menganalisa bagian-bagian tanaman. Ia dapat memformulasikan unsur-unsur hara di dalam pupuk yang dapat ditambahkan ke dalam tanah pada periode tanam berikutnya.



1846-1903

V.V. Dokuchaev



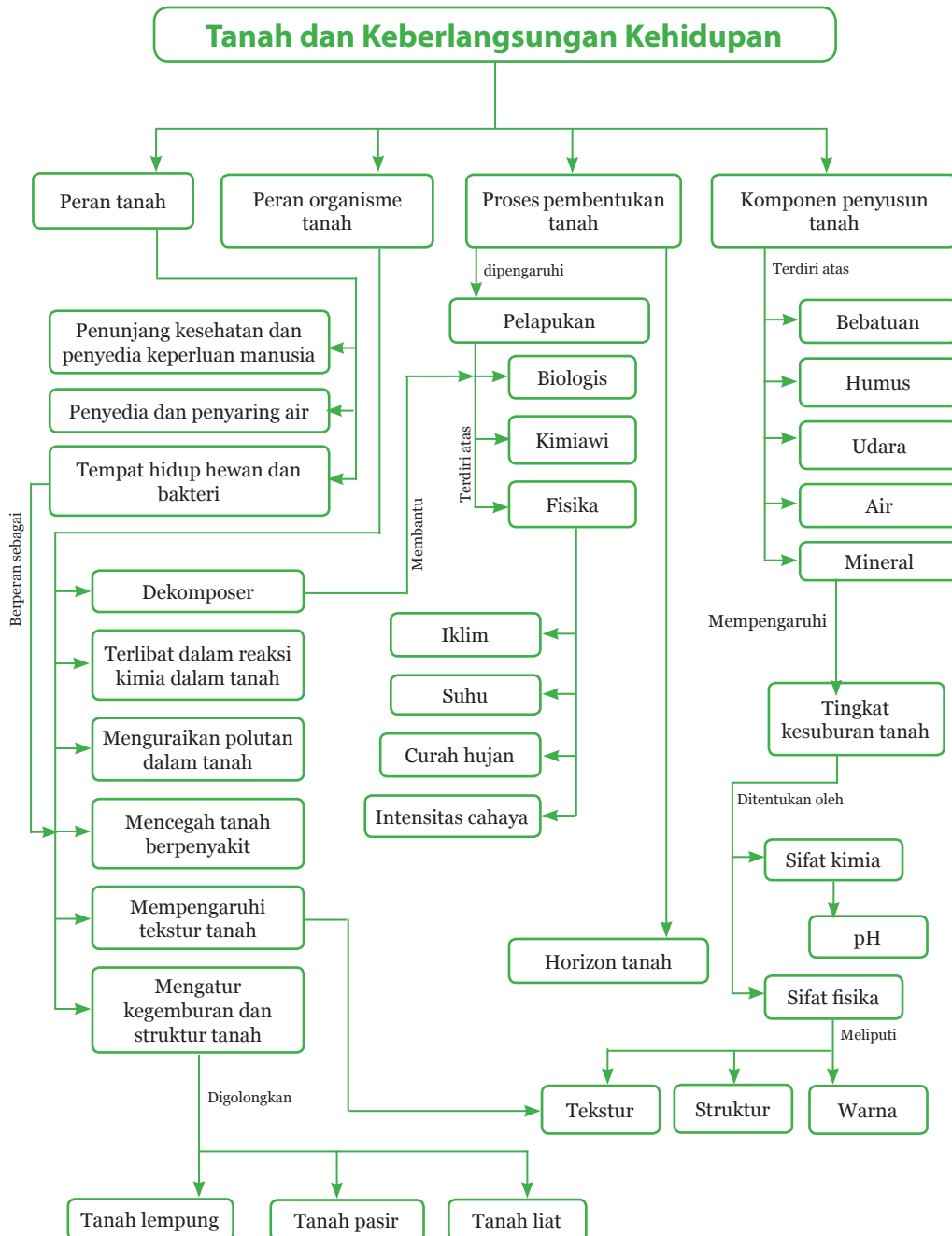
Mengembangkan metode-metode studi tanah di lapangan dalam hubungannya dengan iklim, fisiografi, dan lingkungan biotis. Beliau dikenal sebagai bapak pedologi. Beliau menjelaskan bahwa variasi jenis tanah tidak hanya dipengaruhi oleh faktor geologi (bahan induk), tetapi juga dipengaruhi oleh iklim, topografi, serta waktu. Teori inilah yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun klasifikasi tanah untuk pertama kalinya.



Rangkuman

- Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat beberapa organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia serta penyedia air di bumi.
- Organisme tanah berperan sebagai pengurai bahan-bahan organik, mengatur kegemburan, tekstur tanah, dan kesuburan tanah.
- Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran partikel yang menyusun tanah. Tekstur tanah juga merupakan ukuran proporsi relatif berbagai ukuran partikel yang menyusun suatu tanah.
- Tanah memiliki ukuran partikel yang berbeda-beda, oleh karena itu kita mengolongkan tanah menjadi beberapa jenis tanah seperti tanah lempung, tanah liat, dan pasir, ataupun tanah campuran dari ketiganya.
- Tanah adalah bagian permukaan bumi yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan serta tempat hidupnya berbagai jenis hewan dan mikroorganisme. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan secara biologis, fisika dan kimiawi.
- Komponen tanah berupa batuan, udara, air, humus, mineral, dan komponen organik.
- Tanah tersusun atas lapisan-lapisan tanah yaitu horizon A yang paling atas yang paling banyak terdapat banyak zat organik, horizon B, dan horizon C.
- Tanah dapat kehilangan kandungan mineral dan nutrisi akibat beberapa kejadian alam seperti hujan dan banjir.
- Upaya untuk menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisinya diantaranya adalah dengan reboisasi dan teras iring.

Peta Konsep





Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

- Berikut ini yang *bukan* merupakan peran tanah bagi kehidupan adalah....
 - penyedia air dan mineral
 - menjaga suhu bumi
 - tempat hidup organisme tanah
 - menyediakan nutrisi bagi tumbuhan

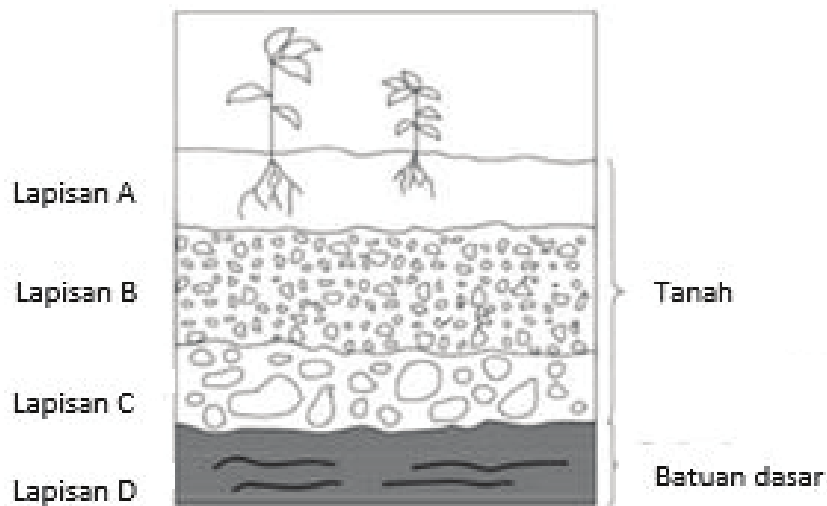
- Salah satu peran organisme tanah adalah mengatur kegemburan tanah. Nina melakukan pengamatan pada beberapa jenis tanah dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

Asal Tanah	Jenis Tanah
Lokasi A	Tanah pasir
Lokasi B	Tanah lempung
Lokasi C	Tanah liat
Lokasi D	Tanah lempung berpasir

Menurut pendapatmu lokasi tanah yang terdapat organisme tanahnya adalah....

- lokasi A dan B
 - lokasi A dan D
 - lokasi C dan D
 - lokasi B dan D
- Tanah terdiri atas beberapa lapisan. Untuk mendapatkan bahan tambang manusia melakukan penggalian hingga lapisan yang terdalam. Menurut pendapatmu kemungkinan yang terjadi akibat penggalian tanah bagi keseimbangan lingkungan adalah
 - meningkatkan pendapatan penduduk
 - mengurangi jumlah mineral dalam tanah
 - mengganggu kehidupan organisme tanah pada lapisan paling atas
 - mempercepat pelapukan secara fisika dan kimiawi

4. Perhatikan gambar berikut!



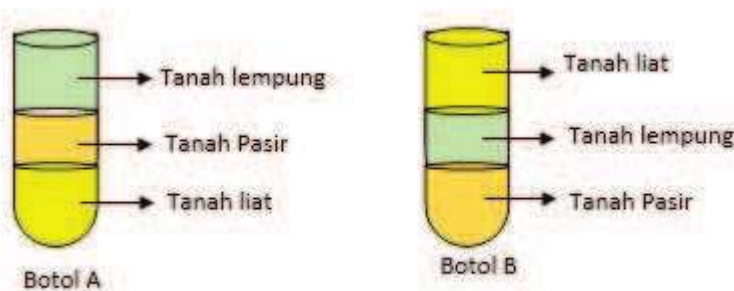
Lapisan yang mengandung paling banyak materi organik adalah....

- a. lapisan A
 - b. lapisan B
 - c. lapisan C
 - d. lapisan D
5. Hujan dan air mengalir dapat mengikis tanah. Tanah dari daerah yang paling banyak terkikis adalah....
- a. daerah miring dengan semak-semak
 - b. daerah datar dengan rerumputan
 - c. daerah datar yang tandus
 - d. daerah miring yang tandus
6. Tanah berubah melalui proses alam dan aktivitas manusia. Berdasarkan pernyataan berikut yang menunjukkan perubahan tanah akibat dari proses alam adalah....
- a. degradasi nutrisi dalam tanah akibat penggunaan pestisida
 - b. pembentukan gurun akibat penebangan pohon
 - c. banjir akibat pembangunan bendungan
 - d. pengikisan nutrisi akibat hujan lebat

7. Pelapukan tanah terjadi secara biologi, kimiawi, dan fisika, di antara lokasi berikut yang paling cepat pelapukan tanahnya adalah daerah....
 - a. gurun pasir yang sangat panas
 - b. hutan tropis yang ditumbuhi bermacam tumbuhan
 - c. padang rumput yang kering
 - d. memiliki curah hujan tinggi
8. Ion-ion dalam tanah yang dibutuhkan tumbuhan adalah....
 - a. O_2 dan CO_2
 - b. Mg^{2+} dan NO_3^-
 - c. SO_4^{2-} dan O_2
 - d. Mg^{2+} dan CO_2
9. Tanah yang memiliki ukuran partikel sangat kecil, sulit ditembus air, dan tidak terdapat campuran pasir dan batuan disebut tanah....
 - a. tanah liat
 - b. tanah liat berpasir
 - c. tanah lempung
 - d. tanah lempung berpasir
10. Akibat utama erosi tanah adalah
 - a. meningkatnya laju perpindahan mineral dari satu tempat
 - b. semakin banyaknya tumbuhan pada lapisan atas yang mati
 - c. hilangnya lapisan tanah teratas sehingga mengganggu kehidupan organisme tanah
 - d. berkurangnya kemampuan tanah menyerap air

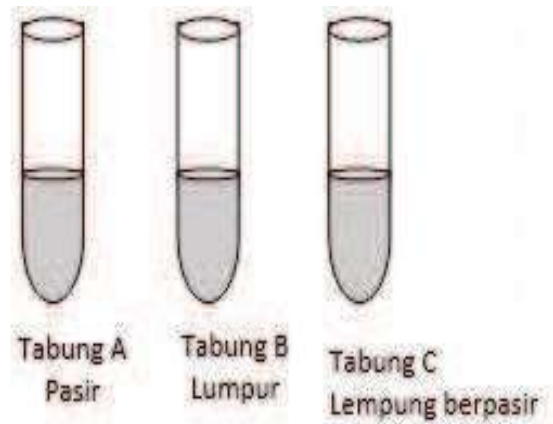
B. Uraian

1. Perhatikan susunan tanah pada botol berikut ini!



Jika kedua botol itu ditanami tumbuhan dengan jumlah yang sama dan ketersediaan air yang sama. Pada botol manakah tumbuhan dapat tumbuh dengan subur dalam jangka waktu yang lama? Uraikan alasanmu!

2. Perhatikan percobaan berikut ini! Ada tiga tabung reaksi yang masing-masing diisi oleh jenis tanah yang berbeda kemudian diberi air dengan volume yang sama. Ketiga tabung tersebut itu dikocok dalam waktu bersamaan.



Jenis tanah	Ukuran partikel
Pasir	0,5 mm – 2,0 mm
Lumpur	0,02 mm - 0,002 mm
Lempung berpasir	0,2 mm - 0,02 mm

Menurut pendapatmu tabung manakah yang tanahnya paling cepat mengendap? Jelaskan alasanmu!

3. Di daerah pegunungan atau perbukitan lahan pertanian dibuat terasiring. Jelaskan apa keuntungan dari sistem terasering tersebut!



4. Nitrat adalah salah satu mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Berikut ini adalah data kandungan nitrat pada dua daerah yang berbeda:



Berdasarkan data tersebut. Mengapa pada daerah yang pohonnya banyak ditebang jumlah nitrat dalam tanah lebih tinggi?

5. Mengapa semakin dalam lapisan tanah jumlah organisme tanah yang ditemukan semakin sedikit?



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengenal Lapisan Tanah yang Baik untuk Tumbuhan

Kamu sudah mempelajari berbagai jenis tanah dan apa saja komponen tanah. Pernahkah kamu berpikir bagaimana komposisi tanah yang baik untuk tumbuhan agar tetap subur? Bagaimanakah lapisan tanah yang sesuai untuk tumbuhan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut lakukan aktivitas berikut.

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah lempung, tanah liat, tanah pasir,
2. botol bekas air mineral besar,
3. sekop,
4. tumbuhan,
5. gunting,
6. spidol, dan
7. kertas manila.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bagilah kelasmu menjadi beberapa kelompok, kemudian bekerjalah dengan kelompokmu.
2. Potonglah bagian atas botol plastik dengan menggunakan gunting sehingga kamu mendapatkan bentuk seperti gelas.
3. Buatlah lapisan-lapisan dengan macam-macam tanah yang kamu telah kamu bawa.
4. Masing-masing kelompok membuat lapisan tanah yang berbeda-beda. Kamu bisa bebas menentukan lapisan-lapisan tanah untuk mencari tahu lapisan tanah yang baik untuk pertumbuhan tumbuhanmu.
5. Tanamlah tumbuhanmu kemudian siram dengan air yang cukup.
6. Amati pertumbuhannya setiap hari selama 2 minggu dan ingat selama pengamatan jangan menyiram lagi.
7. Tulislah hasil pengamatan setiap kelompok di kelasmu pada sebuah tabel pengamatan besar yang dibuat dari kertas manila!

Tabel 10.6 Hasil Pengamatan Kelas tentang Lapisan Tanah

No. Kelompok	Kondisi tumbuhan pada hari ke-				
	1	2	3	4	dst.

Apa yang harus kamu diskusikan?

Manakah lapisan yang paling baik untuk tumbuhan? Analisislah mengapa demikian?

Daftar Rujukan

- Anonim. Tanpa tahun. *Penjernihan Air dengan Media Tumbuhan*. (On line)(<http://bapelkescikarang.or.id/bapelkescikarang/images/stories/KurmodTTG/Pengolahanairbersih/mi-3a%20modul%20penjernihan%20dengan%20media%20tumbuhan.pdf>, diakses pada tanggal 1 Agustus 2014).
- Bhopal R.S.K. 2012. *Science Class 10*. New Delhi: Madhya Pradesh Rajya Shiksha Kendra Press.
- Biggs, A., Daniel, L., Ortleb, E.P., & Rillero, P. 2004. *Glencoe Science: Life Science*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Biggs, A., Hagins, W.C., Holliday, W.G., Kapicka, C.L., Lundgren, L., MacKenzie, A.H., Rogers, W.D., Sewer, M.B., & Zike, D. 2008. *Glencoe Science: Biology*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. 2008. *Biology 8th edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Davidovits, P. 2008. *Physics in Biology and Medicine 3rd edition*. USA: Elsevier Inc.
- Emalisa. Tanpa Tahun. *Pola dan Arus Migrasi di Indonesia* (on line). (<http://library.usu.ac.id/download/fp/sosek-emalisa.pdf>, diunduh tanggal 19 Juni 2014).
- Eridiana, Wahyu. Tanpa tahun. *Migrasi*. (Online)(http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/195505051986011-WAHYU_ERIDIANA/Migrasi-1.pdf, diunduh tanggal 19 Juni 2014).
- E. Tanny. 2010. *Pengertian Tanah*. (Online)(http://eprints.undip.ac.id/34607/5/2075_chapter_II.pdf, diakses tanggal 21 Juli 2014).
- Hidayat, Saleh. 2009. Protein Biji Kelor sebagai Bahan Aktif Penjernihan Air (Kelor Seeds Proteins as Water Purification Agent). *Jurnal Biospecies* Volume 2. Nomor 2. Juni 2009: 12 –17.
- Hughes, Mary Beth Abel, et al. 2007. *CPO Focus on Earth Science First Edition*. New Hampshire: Delta Education LLC.
- Klug, W.S., Cummings, M.R., Spencer, M.R., & Palladino, M.A. 2012. *Concepts of Genetics 10th edition*. USA: Pearson Education, Inc.

- Kuncowati. 2010. Pengaruh Pencemaran Minyak di Laut terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*. Volume 1. Nomor 1. September 2010: 18 – 22
- Longenbaker. 2011. *Mader's Understanding Human Anatomy and Physiology 7th edition*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Marno. 2008. *Tekstur Tanah*. (Online)(<http://marno.lecture.ub.ac.id/files/2014/03/DASAR-ILMU-TANAH-TEKSTUR-TANAH-KONSEP.pptx>, diakses pada tanggal 25 Agustus 2014).
- Miller, G. Tyler & Spoolman, S. 2012. *Living in the Environment 17th edition*. USA: Brooks/ Cole, Cengage Learning.
- Nelson, Philip. 2002. *Biological Physics: Energy, Information, Life*. (Online) (www.physics.upenn.edu/pcn/, diakses pada tanggal 11 Juli 2014).
- Reece, J.B., Taylor, M. R., Simon, E.J., Dickey J.L, & Campbell, N.A. 2012. *Campbell Biology Concepts & Connections 7th edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Rochintaniawati, diana. Tanpa tahun. *Penjernihan Air dengan Biji Kelor* (Online) (http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/DIANA_ROCHINTANIAWATI/BIOLOGY_TERAPAN/PENJERNIHAN_AIR.pdf, diunduh tanggal 1 Agustus 2014).
- Setiawan. Tanpa tahun. *Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Hidup*. (Online) (http://file.upi.edu/Direktori/FPIPS/JUR._PEND._GEOGRAFI/197106041999031-IWAN_SETIAWAN/Pencemaran_dan_Kerusakan_Lingkungan.pdf, diakses pada tanggal 11 Juli 2014)
- Shier, D., Butler, J., & Lewis, R. 2009. *Hole's Essentials of Human Anatomy & Physiology 11th edition*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Tim Badan Pusat Statistik. 2010. *Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat per Provinsi* (Online)(http://www.bps.go.id/65tahun/SP2010_agregat_data_perProvinsi.pdf, diunduh tanggal 19 Juni 2014)
- Trefil, J & Hazen, R. 2010. *The Sciences an Integrated Approach 6th edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Underwood, M.A., Gilber, W.M., & Sherman, M.P. 2005. Amniotic

Fluid: Not Just Fetal Urine Anymore. *Journal of Perinatology*.
Vol: 25. 341–348.

Wetter, L.R. & Constabel, F. (Eds). 1982. *Metode Kultur Jaringan Tanaman (Edisi 2)*. Terjemahan Widiyanto, M. 1991. Bandung: Penerbit ITB.

Whitten, K., Davis, R., Peck, M.L., & Stanley, G. 2010. *Chemistry 9th edition*. USA:Brooks/ Cole, Cengage Learning.

Glosarium

A

AC (Alternating Current) Arus listrik bolak-balik

Acetobacter xylinum Bakteri yang berperan dalam pembuatan nata de coco.

ACCU Lihat akumulator

AIDS (acquired immune deficiency syndrome) Penyakit yang disebabkan oleh virus HIV dan menyerang imunitas tubuh

Akrosom Bagian kepala dari sperma mengandung zat kimia, berupa enzim lisosom

Akumulator Sumber arus listrik yang merubah energi kimia menjadi energi listrik

Alela Bentuk alternatif dari suatu gen

Allium cepa Nama ilmiah bawang merah

Alzeimer Penyakit yang menyebabkan menurunnya daya ingat

Anemokori Proses pemencaran biji dengan bantuan angin

Anoda Kutub positif

Antropokori Proses pemencaran biji dengan bantuan manusia

Arus listrik Aliran muatan listrik yang diakibatkan oleh pergerakan elektron

Aseksual Cara reproduksi tak kawin

Asortasi Pemilihan pasangan gen secara acak

Aspergillus oryzae Kapang (jamur) yang berperan dalam pembuatan minuman beralkohol

Aspergillus wentii Kapang (jamur) yang berperan dalam pembuatan kecap kacang kedelai

Atom Partikel terkecil penyusun suatu materi

Aurora Fenomena alam pada lapisan ionosfer yang terjadi akibat ionisasi elektron dari partikel-partikel yang menabrak atmosfer bumi.

Awan elektron Daerah kemungkinan ditemukannya elektron.

B

Beda potensial Perbedaan jumlah elektron yang berada pada suatu rangkaian listrik atau kawat penghantar.

Bel listrik Alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi suara

Benang sari Alat kelamin jantan pada tumbuhan

Biofuel Merupakan teknologi penyediaan energi alternatif dengan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui

Biofisika Cabang dari ilmu biologi yang fokus untuk mencari keterkaitan biologi dengan prinsip-prinsip fisika

Biogas Merupakan jenis bahan bakar alternatif yang bersifat mudah terbakar (flamable) dan saat ini sudah banyak digunakan sebagai bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga di Indonesia

Biokimia Cabang dari ilmu biologi yang fokus untuk mencari keterkaitan biologi dengan prinsip-prinsip kimia

Biomagnetism Sifat kemagnetan yang dihasilkan tubuh organisme

Biomassa Bahan organik yang berasal dari limbah industri

Biopori Dikenal juga dengan istilah Teknologi Lubang Resapan (TLR) merupakan teknik untuk membuat wilayah resapan air hujan

Biopulping Teknologi ramah lingkungan yang terinspirasi dari proses pelapukan kayu dan sampah tanaman oleh mikroorganisme

Bioteknologi Pemanfaatan makhluk hidup atau organisme hidup untuk membantu pekerjaan atau untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia

Bulbus Lihat umbi lapis

C

Cairan ketuban Cairan yang melindungi janin dari benturan

Cairan magma Material cair bersuhu sangat tinggi yang terkandung di dalam bumi

Cairan semen Suspensi yang dibentuk oleh campuran sperma dan getah-getah yang dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar reproduksi

Canola Salah satu jenis tanaman transgenik

Carrier Gen Pembawa suatu sifat
Centella asiatica Nama latin pegagan

D

Daya listrik Banyaknya energi listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat listrik pada setiap waktu
DC (Direct Current) Arus listrik searah
Deret tribolistrik Sebuah deret benda yang menunjukkan bahwa benda akan memperoleh muatan negatif bila digosok dengan sembarang benda di atasnya dan akan memperoleh muatan positif bila digosok dengan benda di bawahnya
Diamagnetik Benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet
Diatomik Molekul yang terdiri dari dua atom yang saling berikatan
Dinamo Pembangkit listrik (generator) yang paling kuno, alat untuk merubah energi gerak menjadi energi listrik
Diploid Kromosom dalam keadaan berpasangan
DNA (deoxyribonucleic acid) Materi genetik yang tersusun atas basa nitrogen, gula deoxyribosa, dan gugus fosfat serta berperan dalam menyimpan informasi genetik.
DNA recombinant Teknik yang digunakan untuk memasukkan suatu gen atau mengubah DNA organisme lain.
Dominan Sifat yang kuat dan menutupi sifat yang lain
Dormansi Fase tidak aktifnya pertumbuhan biji.

E

Efisiensi transformator Persentase keuntungan penggunaan transformator
Elektrolit Cairan atau larutan yang mampu menghantarkan arus listrik
Elektron Partikel subatom yang memiliki muatan negatif
Elektroplaks Jaringan pada hewan yang dapat menghasilkan listrik
Elemen kering (baterai) Sumber arus listrik yang berasal dari asam salmiak
Elemen volta Sumber arus listrik yang berasal dari asam sulfat
Embrio Zigot (gabungan sel sperma dan sel telur) yang telah berkembang

Emigrasi Perpindahan penduduk keluar atau meninggalkan daerah asalnya

Endometrium Lapisan yang membatasi rongga rahim dan meluruh saat menstruasi

Entomokori Pemencaran biji dengan perantara serangga

Epididimis Saluran yang keluar dari testis dimana sel kelamin jantan (sperma) disimpan sementara waktu, bentuk seperti koma dengan ukuran ± 4 cm, dan terletak dibelakang testis.

F

Fenotip Sifat yang muncul sebagai ciri-ciri yang bisa diamati secara kasat mata

Fermentasi Proses pengolahan makanan dengan memanfaatkan bakteri

Feromagnet Bahan-bahan yang ditarik kuat oleh magnet.

Fertilisasi Proses pembuahan atau bertemunya sel telur dengan sperma

Fertilisasi eksternal Pembuahan yang terjadi di luar tubuh makhluk hidup

Fertilisasi internal Pembuahan yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup

Filial Setiap keturunan dari hasil persilangan

Folikel Kumpulan sel-sel dalam ovarium yang membentuk suatu rongga dimana ovum berkembang

Forensik Hal-hal yang berkaitan dengan tindak kejahatan atau kriminal

Fragmentasi Perkembangbiakan hewan dengan cara membelah diri

G

Garis gaya listrik Garis-garis yang menggambarkan besar gaya listrik

Gaya Coulomb Gaya yang ditimbulkan dua muatan listrik yang berdekatan

Gaya gerak listrik Gaya yang mampu mengakibatkan pergerakan arus listrik

Gaya Lorentz Gaya yang timbul disekitar kawat berarus

Generatif Cara reproduksi tumbuhan melalui kawin atau peleburan putik dan serbuk sari.

Generator Alat yang mampu merubah energi kinetik menjadi energi listrik

Generator Van de Graff Generator yang mampu menghasilkan listrik statis.

Genetic engineering Nama lain dari teknik rekayasa genetika

Genetika Cabang ilmu biologi yang mempelajari materi genetik terkait dengan struktur, ekspresi, perubahan, keberadaannya dalam populasi, serta proses rekayasanya

Genotip Susunan gen suatu makhluk hidup yang dan tidak dapat diamati secara langsung.

Gonorrhoe Penyakit kencing nanah yang diakibatkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoe*

Gula sintetik Gula yang dibuat dari proses kimiawi laboratorium dan bersifat tidak alami.

H

Hambat jenis bahan Besar hambatan listrik yang dimiliki bahan

Haploid Kromosom dalam keadaan tidak berpasangan

Herpes simplex genitalis Penyakit kutil kelamin akibat virus *Herpes simplex*

Hidrokor Proses pemencaran biji dengan bantuan air

HIV (*human immune deficiency virus*) virus yang menyerang system imunitas tubuh

Hormon Senyawa kimia yang dapat memicu reaksi kimia dalam tubuh.

Hukum Coulomb Hukum yang menyebutkan tentang interaksi dua muatan listrik

Hukum Kirchoof Hukum yang mengatur tentang besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik

Hukum Mendel Hukum yang mengatur perhitungan hasil persilangan gen

Humus Komponen berwarna gelap yang ada di dalam tanah dan bersifat menyuburkan tanah.

I

Imigrasi Masuknya penduduk ke suatu daerah tempat tujuan

Impuls listrik Rangsangan dalam tubuh yang berupa arus listrik berkeuatan rendah

Induksi elektromagnetik Peristiwa timbulnya medan magnet disekitar kawat berarus listrik

Infundibulum Struktur berjumbai dan merupakan pangkal dari tuba falopi

Insulin Hormon yang menyeimbangkan kadar gula dalam darah

Ion negatif Atom atau molekul yang jumlah elektronnya lebih banyak dari jumlah proton. Ion negatif terbentuk akibat suatu atom atau molekul menerima elektron.

Ion positif Atom atau molekul yang jumlah elektronnya lebih sedikit dari jumlah proton. Ion positif terbentuk akibat suatu atom atau molekul melepaskan elektron.

Ion Atom yang kehilangan atau kelebihan sejumlah elektron

Isobar Fenomena yang terjadi apabila atom dari unsur yang berbeda mempunyai nomor massa yang sama

Isolator listrik Bahan-bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik dengan baik

Isoton Fenomena yang terjadi apabila atom dari unsur yang berbeda mempunyai jumlah neutron yang sama.

Isotop Sebutan bagi dua atom dengan jumlah proton yang sama tetapi memiliki jumlah neutron yang berbeda

J

Joule Salah satu satuan energi

K

Kantung amnion kantung ketuban

Katoda Kutub negatif

Kelenjar Cowper (Bulbouretra) Struktur seperti kacang yang terletak di bawah kelenjar prostat

Kelenjar Prostat Struktur seperti kue donat yang terletak di bawah kantung kemih dengan.

Kelenjar Vesikula seminalis Struktur yang berbentuk seperti kantung kusut kecil (± 5 cm) yang terletak dibelakang (posterior) dari kantung kemih

Kembar dizigot Kembar yang berasal dari dua sel telur dan dua sel sperma

Kembar monozigot Kembar yang berasal dari satu sel telur dan satu sel sperma

Kereta Maglev Kereta super cepat yang menerapkan prinsip kemagnetan

Kiropterokori Pemencaran biji dengan perantara kelelawar

Konduktor listrik Bahan-bahan yang baik digunakan untuk menghantarkan listrik

Korpus luteum Struktur berwarna kekuningan yang terbentuk dari folikel yang telah mengeluarkan ovum.

Kromosom Untaian DNA yang menggulung

Kulit atom Elektron bermuatan negatif mengelilingi inti pada jarak tertentu

Kutub magnet Bagian ujung-ujung magnet yang memiliki medan magnet paling kuat

KWH meter Alat listrik yang digunakan untuk mengukur energi listrik bulanan rumah tangga

L

Lactobacillus sp Bakteri baik yang merubah susu menjadi yogurt

Lempung Komponen tanah yang berwarna gelap dan bersifat lengket, serta baik digunakan untuk membuat gerabah

Lethal Kelainan gen yang dapat mengakibatkan kematian janin yang dilahirkan

Lignin Zat kayu

M

Magnet elementer Partikel penyusun benda magnet

Magnetit Unsur-unsur magnet yang terkandung dalam otak makhluk hidup

Mamokori Pemencaran biji dengan perantara mamalia

Masa pubertas Masa mulai aktifnya system reproduksi pada

manusia

Massa atom relatif Perbandingan masa atom rata-rata dengan masa atom karbon 12

Massa molekul relatif Perbandingan masa molekul rata-rata dengan masa atom karbon 12

Medan listrik Daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik

Medan magnet Daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet

Menstruasi Rusaknya endometrium (jaringan penyusun dinding rahim) dan pecahnya pembuluh darah akibat rendahnya hormon estrogen dan progesteron

Migrasi Perpindahan penduduk

Minuman isotonik Minuman yang mengandung ion dan mineral yang dibutuhkan tubuh

Molekul Gabungan dua atau lebih atom

Mortalitas Kematian

Motor listrik Alat listrik yang mampu merubah energi listrik menjadi energi gerak

MRI (Magnetic Resonance Imaging) Alat kedokteran yang digunakan untuk mencitrakan kondisi organ dalam tubuh

Mikroorganisme Makhluk hidup yang berukuran mikroskopik

N

Natalitas Kelahiran.

Navigasi Sistem penunjuk arah.

Neuron Sel saraf.

Neurotransmitter Zat kimia yang membawa pesan antar neuron

Neutron Partikel subatom yang bermuatan netral.

Newton Satuan untuk gaya.

Non elektrolit Cairan atau larutan yang tidak dapat menghantarkan listrik.

Nukleotida Molekul penyusun DNA yang terdiri dari basa nitrogen, gula deoksiribosa, dan gugus fosfat.

Nukleus Inti atom yang terdiri atas proton dan neutron.

O

Oktaatomik Molekul yang terdiri dari 8 buah atom

Oogenesis Proses pembentukan gamet perempuan (ovum) dalam ovarium

Ornitokori Pemencaran biji dengan perantara burung

Ovarium Struktur berbentuk seperti telur, berjumlah dua pasang, terletak di samping kanan dan kiri rahim (uterus) dan berfungsi menghasilkan sel telur (ovum)

Oviduk (saluran telur/tuba falopi) Saluran dengan panjang ± 10 cm yang menghubungkan ovarium dengan rahim (uterus)

Ovipar Kelompok hewan yang embrionya berkembang di dalam telur

Ovovivipar Kelompok hewan yang embrionya berkembang di dalam telur, tetapi embrio tidak dikeluarkan dalam bentuk telur seperti pada hewan ovipar, melainkan telur tetap berada di dalam tubuh induk betinanya. Setelah umur embrio cukup untuk dilahirkan, maka telur akan pecah di dalam tubuh induk dan kemudian anaknya dilahirkan.

Ovulasi Proses pelepasan sel telur dari folikel

Ovum Sel telur

P

Paramagnetik Benda-benda yang tidak ditarik magnet

Partogenesis Perkembangbiakan ini individu baru berkembang dari sel telur yang berkembang tanpa proses pembuahan atau fertilisasi

Penicillium notatum Kapang yang menghasilkan antibiotik penisilin

Penis Struktur bagian luar alat kelamin laki-laki yang berfungsi sebagai alat dalam melakukan kopulasi atau persetubuhan

Pita DNA Untai DNA

Plasenta Organ yang mensuplai nutrisi yang dibutuhkan bayi selama berkembang di dalam rahim.

Polarisasi Peristiwa tertutupnya kutub negative sumber arus listrik akibat reaksi kimia

Polinasi Persarian/penyerbukan

Populasi Kumpulan makhluk hidup yang sejenis

Potensial listrik Kemampuan alat listrik untuk menghantarkan arus

Predator Hewan pemangsa

Propionibacterium shermanii Bakteri yang membantu fermentasi susu menjadi keju

Prepuce Lipatan-lipatan kulit pada ujung penis

Protein Zat yang diperlukan tubuh untuk pertumbuhan yang terbentuk dari asam amino-asam amino.

Proton Partikel subatom yang bermuatan positif.

Punnet square Tabel yang digunakan untuk memudahkan menentukan kombinasi gen dari suatu persilangan

Putik Alat kelamin betina pada tumbuhan

R

Rangkaian parallel Rangkaian listrik yang memiliki percabangan kabel

Rangkaian seri Rangkaian listrik yang tidak memiliki percabangan kabel

Relai Rangkaian alat listrik yang digunakan untuk memutus dan menyambungkan arus listrik

Resesif Sifat yang dikalahkan oleh sifat dominan sehingga tidak muncul pada sifat yang dapat diamati

Rhizopus oryzae Kapang (jamur) yang digunakan untuk membuat tempe.

S

Saccharomyces cerevisiae Khamir (sejenis jamur) yang digunakan untuk memfermentasikan singkong menjadi tape.

Segregasi Proses pembentukan gamet, gen berpisah secara acak

Semikonduktor listrik Bahan yang kurang baik untuk menghantarkan listrik

Sensus Metode perhitungan jumlah penduduk

Senyawa Dua atau lebih atom yang bergabung melalui ikatan kimia

Servik Struktur rahim bagian bawah yang menyempit dan membuka kearah vagina

Sifilis Penyakit raja singa terjadi akibat bakteri *Treponema pallidum*

Skrotum Struktur seperti kantung yang di dalamnya terdapat testis

Spermatogenesis Proses pembentukan sperma

Stolon (geragih) Reproduksi tumbuhan dengan cara menyalurkan batang di atas tanah

Sumber arus listrik Alat-alat listrik yang dapat menghasilkan energi listrik

T

Tanah kapur Tanah kapur berasal dari pelapukan batuan kapur yang sifatnya sangat tidak subur sehingga tidak cocok bila dijadikan lahan pertanian. Tetapi tanah kapur sangat baik bila digunakan sebagai bahan keramik dan kerajinan lainnya

Tanah vulkanik Tanah yang berwarna lebih gelap, mengandung banyak unsur hara, berasal dari pelapukan abu vulkanik, dan terletak di sekitar gunung berapi.

Testis Struktur yang bentuknya bulat telur yang tersimpan dalam skrotum

Testosteron Testis berfungsi untuk menghasilkan sel-sel sperma dan menghasilkan hormon kelamin jantan

Tetraatomik Molekul yang terdiri dari 4 buah atom yang saling berikatan

Transformator (trafo) Alat listrik yang berfungsi untuk merubah tegangan listrik

Transformator step down Alat listrik yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik

Transformator step up Alat listrik yang digunakan untuk menaikkan tegangan listrik

Transgenik Modifikasi gen untuk menghasilkan makhluk hidup yang unggul, khususnya dalam bidang pertanian

Transmigrasi Perpindahan penduduk dari satu daerah ke daerah lain yang masih dalam satu lingkup negara

Transmisi energi listrik Sistem penyaluran energi listrik dari pembangkit listrik ke rumah-rumah penduduk

Treponema pallidum Bakteri penyebab penyakit sifilis

Triatomik Molekul yang terdiri dari 3 buah atom yang saling berikatan

Tubulus seminiferus Saluran berkelok-kelok yang membentuk testis

U

Ultrasonografi (USG) Alat kedokteran yang digunakan untuk memantau kondisi janin di dalam rahim ibu

Umbi batang Batang tumbuhan yang mengalami pembengkakan di dalam tanah dan berisi cadangan makanan

Umbi lapis Struktur yang merupakan memodifikasi batang dan daun, misalnya pada bawang merah.

Urbanisasi Perpindahan penduduk dari desa ke kota

Urethra Saluran yang terdapat dalam penis, merupakan akhir dari saluran reproduksi, dan merupakan saluran akhir keluarnya sperma dan urin.

Uterus (Rahim) Struktur seperti buah pir yang berfungsi sebagai tempat berkembangnya janin selama kehamilan.

V

Vagina Saluran yang menghubungkan lingkungan luar dengan rahim, saluran mengalirnya darah menstruasi, dan saluran keluarnya bayi

Vas deferens Saluran panjang yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididimis

Vegetatif Reproduksi tumbuhan secara aseksual

Vertebrata Hewan bertulang belakang

Vivipar Kelompok hewan yang embrionya berkembang di dalam rahim induk betinanya dan akan dilahirkan pada saat umurnya sudah mencukupi

W

Watt Satuan yang menunjukkan besar daya listrik

Z

Zigot Hasil peleburan sel sperma dengan sel telur

Zookori Proses pemencaran biji dengan bantuan hewan

Indeks

A

Acetobater acetii 99
Adenin 56
Air 192
Albino 76
Anaerob 99
Antibiotik streptomisin 105
Antosianin 67
Aspergillus oryzae 102
Aspergillus wentii 101
aurora 23
autosom 63

B

Basa nitrogen 56
Basa pirimidin 56
Batuan 191
Bentuk rambut 74
Biopori 143
Biopulping 150
Bioremediasi 105
Bioteknologi 95
Bioteknologi konvensional 97
Buta Warna 76

C

Cuping Telinga 74

D

Dekomposer 174
deoxyribonucleic acid 53
Diabetes melitus 109
Biamagnetik 12
Bihibrid 65
Dinamo 31
Biploid 68
DNA 53
DNA rekombinan 107

E

Efisiensi trafo 34

F

fenotip 61
feromagnetik 12
filial 64
Fitoremediasi 144

G

Galvanometer 29
Gamet 69
Gaya gerak listrik 32
Gaya Lorentz 24
Gen 53
Genetic engineering 97
Genotip 61
Geothermal 138
Global Positioning System 2
Gonosom 63
Gregor Mendel 64
Guanin 56

H

Haploid 63
Hemat Energi 151
Hemofilia 77
Heterozigot 68
Hibrida 80
Histon 54
Homozigot 68
Horizon tanah 184
Hormon insulin 109
Humus 192
Hydrogen Power 139
Hydropower 134, 135

I

Induksi elektromagnetik 28
Induksi magnetik 28

K

Kanker 78
Kariotipe 62
Kendaraan Hidrogen 141
Kilang minyak 155
Kloning 110
Kompas 19
Komponen Organik 198
Komponen Tanah 189
Kromatid 54
Kromatin 54
Kromosom 54

L

Lactobacillus bulgaricus 100

M

Magnesian 8
Magnet dalam Tubuh Bakteri 6
Magnet elementer 10
Magnetically levitated 39
Magnetic Resonance Imaging 37
Materi genetik 53
Medan magnet 2
Medan magnet bumi 2
Migrasi Burung 3
Migrasi Lobster Duri 5
Migrasi Penyu 4
Migrasi Salmon 4
Mineral 194
Mobil Listrik 142
Mobil Surya 141
Monohibrid 65

N

Nukleon 37
Nukleosida 56
Nukleotida 56

O

Ocean Power 135
Osmosis Balik 148, 149, 150

P

Paramagnetik 12
Parental 64
Pemurnian Air 145
Pengolahan Batu Bara 157
Pengolahan Minyak Bumi 154
Penicillium notatum 105
Peranan Tanah , 2, 168, 7, 183
Peran Organisme Tanah 174
Plasma nutfah 112
Plasmid 108
Proses Pembentukan Tanah 183
Pseudomonas 105

R

Rhizopus oligosporus 101
Rhizopus oryzae 101
RNA (Ribonucleic acid) 53

S

Saccharomyces cerevisiae 97
Segregasi 69
Sel somatik 62
Sifat dominan 60
Sifat resesif 60
Sitosin 56
Solar Cell 132
Streptococcus thermophilus 100
Streptomyces 105

T

Teknologi Tidak Ramah Lingkungan 154
Tekstur Tanah 175
Teori Dasar Kemagnetan 7
Tes DNA 82
Thiobacillus ferrooxidans 105
Timin 56
Transgenik 106, 107

U

Udara 191

Z

Warna Kulit 72
Wind Power 136

Lampiran: Tabel Sistem Periodik

H
1,008
1

Nomor Atom
↓
1

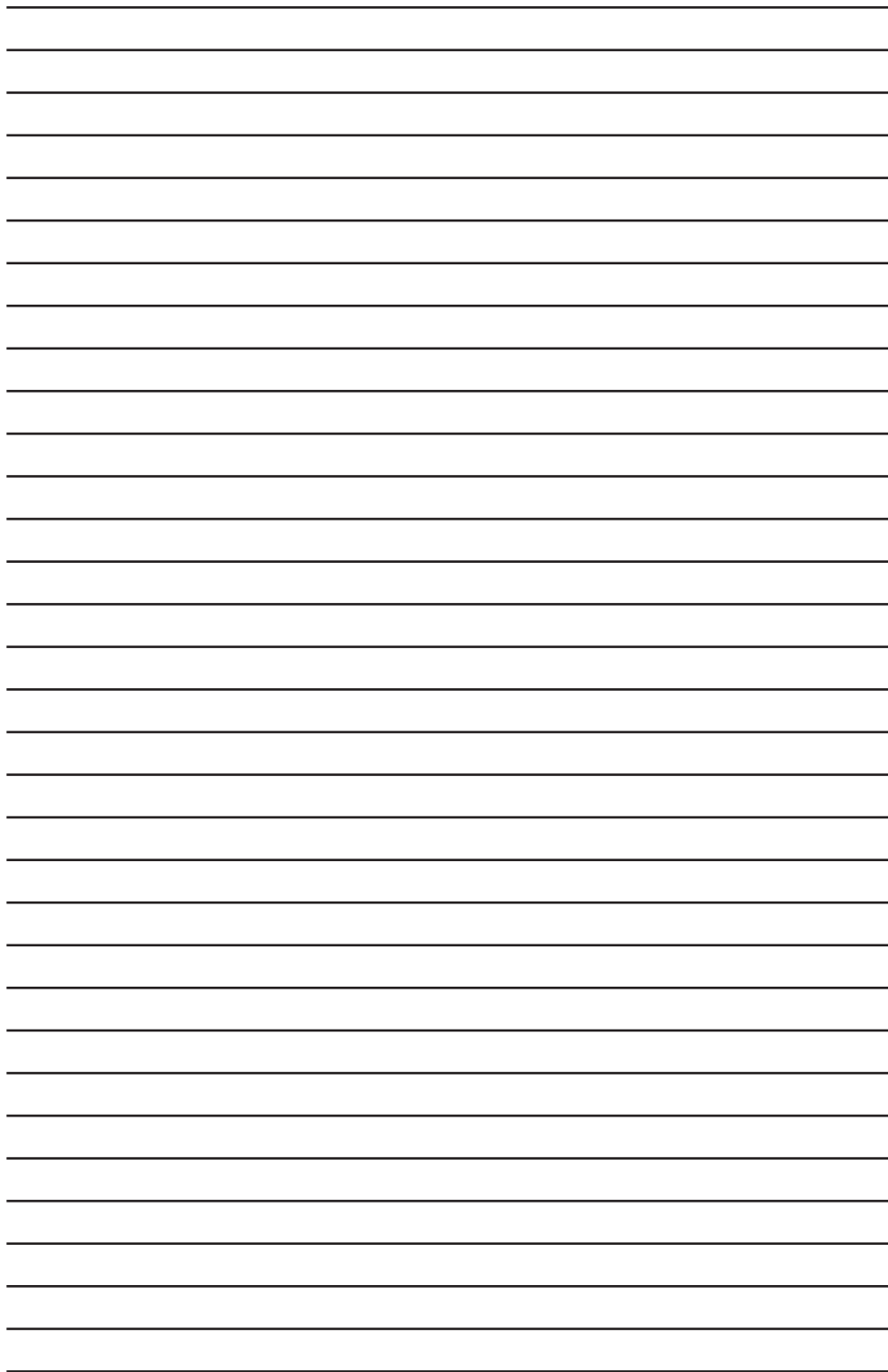
H
1,008
1

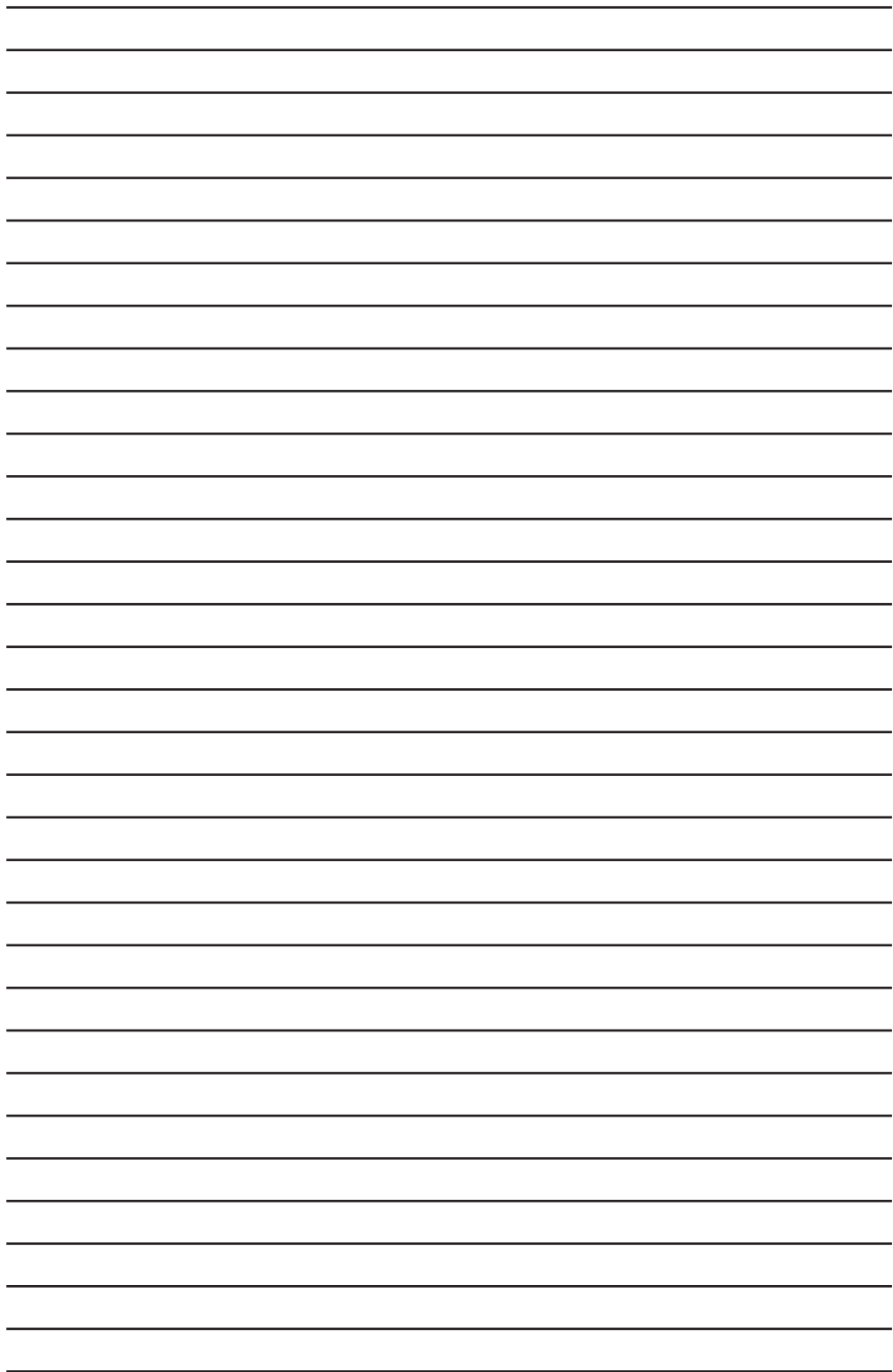
Nomor Massa
↓
1,008

Golongan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
IA	IIA	H 1,008 1	Li 6,941 3	Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,941 3		Na 22,99 11	K 39,1 19	Rb 85,47 37	Cs 132,9 55	Fr 223 87							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Be 9,012 4		Mg 24,3 12	Ca 40,08 20	Sr 87,62 38	Ba 137,3 56	Ra 226 88							B 10,81 13	Al 13 13	Si 28,09 14	P 30,97 15	S 32,06 16	Cl 35,45 17	Ar 39,95 18
		Li 6,9																			

Catatan

[illegible]







Lined area for writing, consisting of 25 horizontal lines.