

ILMU PENGETAHUAN ALAM



SMP/MTs
KELAS

IX

SEMESTER 1

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

MILIK NEGARA
TIDAK DIPERDAGANGKAN

Disclaimer: 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), (310) hlm. : illus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX Semester 1
ISBN 978-602-1530-62-7 (jilid lengkap)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

310

Kontributor Naskah : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliaty,
I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari,
Hamim T. Mahfudhillah, Alifa 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 mata pelajaran 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.

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 2015

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Penerbitan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Petunjuk Penggunaan Buku	xiii
Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia.....	1
A. Pembelahan Sel	3
1. Pembelahan Mitosis	4
2. Pembelahan Meiosis	5
B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi pada Manusia	7
1. Organ Reproduksi pada Laki-laki.....	7
2. Spermatogenesis.....	13
3. Organ Reproduksi pada Perempuan.....	14
4. Oogenesis	19
5. Siklus Menstruasi.....	21
6. Fertilisasi dan Kehamilan.....	25
C. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia dan Upaya Pencegahanya	35
1. Penyakit pada Sistem Reproduksi	35
2. Upaya Pencegahan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia.....	39
Bab 2 Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan	51
A. Reproduksi pada Tumbuhan.....	53
1. Reproduksi Tumbuhan <i>Angiospermae</i>	53
2. Reproduksi Tumbuhan <i>Gymnospermae</i>	80
3. Reproduksi Tumbuhan Paku	82
4. Reproduksi Tumbuhan Lumut.....	86
5. Teknologi Reproduksi pada Tumbuhan	89
B. Reproduksi pada Hewan	93
1. Reproduksi Aseksual Pada Hewan	94
2. Reproduksi Seksual Pada Hewan.....	98
3. Siklus Hidup Hewan	103
4. Teknologi Reproduksi pada Hewan.....	107

C. Kelangsungan Hidup Hewan dan Tumbuhan.....	108
1. Adaptasi.....	109
2. Seleksi Alam	113
Bab 3 Kependudukan dan Lingkungan	127
A. Dinamika Penduduk.....	129
1. Kelahiran (Natalitas)	131
2. Kematian (Mortalitas)	132
3. Perpindahan Penduduk (Migrasi).....	133
B. Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan	134
1. Penurunan Kualitas Lingkungan Akibat Limbah/Sampah.....	135
2. Berkurangnya Ketersediaan Air Bersih	140
3. Berkurangnya Ketersediaan Udara Bersih.....	148
4. Berkurangnya Ketersediaan Ruang dan Lahan Pertanian.....	151
Bab 4 Partikel Penyusun Benda Mati dan Makhluk Hidup.....	165
A. Molekul dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup	169
B. Atom dan Partikel Penyusunnya.....	174
1. Partikel Subatom	175
2. Nomor Atom dan Nomor Massa	181
C. Prinsip Pembentukan Molekul	186
1. Konfigurasi Elektron	186
2. Ion	190
3. Identifikasi Unsur.....	197
D. Karakteristik Benda dalam Kehidupan Sehari-hari.....	200
1. Intan dan Grafit	201
2. Plastik.....	203
3. Logam.....	206
4. Tulang dan Gigi	208
Bab 5 Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan.....	219
A. Konsep Listrik Statis.....	220
1. Muatan Listrik	220
2. Hukum Coulomb	224
3. Medan Listrik.....	228
4. Beda Potensial dan Energi Listrik.....	232

5. Kelistrikan pada Sel Saraf.....	234
6. Hantaran Listrik.....	238
7. Hewan-hewan Penghasil Listrik.....	247
B. Listrik Dinamis.....	249
1. Arus Listrik.....	249
2. Rangkaian Listrik	256
3. Karakteristik Rangkaian Listrik.....	264
4. Sumber Arus Listrik.....	267
5. Sumber-sumber Energi Listrik	268
6. Transmisi Energi Listrik	272
C. Teknologi dalam Lingkungan.....	273
1. Upaya Penghematan Energi Listrik.....	276
2. Penggunaan Teknologi Listrik di Lingkungan Sekitar..	278
3. Pencegahan Bahaya Penggunaan Listrik dalam Kehidupan	280
Daftar Rujukan.....	291
Glosarium	294
Index.....	306
Lampiran	310

Daftar Gambar

Gambar

1.1 Hierarki Organisasi Kehidupan dari Sel Hingga Organisme.....	2
1.2 Fase-fase Pembelahan Mitosis dan Ciri Setiap Fase Pembelahan Mitosis	5
1.3 Fase-fase Pembelahan Meiosis	6
1.4 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-laki	8
1.5 Potongan Melintang Tubulus Seminiferus	14
1.6 Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan	15
1.7 Struktur Ovarium	19
1.8 Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)	20
1.9 Siklus yang terjadi pada Dinding Rahim	21
1.10 Skema Pergerakan Flagela Sel Sperma	26
1.11 Skema Proses Fertilisasi Hingga Implantasi	27
1.12 Jutaan Sel Sperma Mengerumuni Sel Telur.....	27
1.13 (a) Embrio 5 minggu (b) Embrio menjadi Janin.....	28
1.14 (a) Janin 4 minggu (b) Janin 20 minggu	29
1.15 Bayi yang Baru Lahir.....	29
1.16 (a) Proses USG, (b) Hasil USG.....	30
1.17 Gaya Dorong dan Gaya Gesek yang Terjadi pada Saat Melahirkan.....	33
1.18 (a) Peristiwa Kembar Dizigot dan Monozigot (b) Bayi Kembar	34
1.19 (a) Bakteri Neisseria gonorrhoeae, (b) Kerusakan Mata pada Penderita GO	36
1.20 (a) Bakteri Treponema pallidum, (b) Gejala Penyakit pada Wajah Penderita Sifilis.....	36
1.21 (a) Virus herpes simplex, (b) Gejala Penyakit Herpes pada Kulit Terutama pada Alat Kelamin	37
1.22 Virus HIV, (b) Penderita HIV.....	38
1.23 Jamur Candida albicans.....	38
2.1 (a) Anoa, (b) Tapir, (c) Anggrek Bulan, (d) Bunga Melati.....	52
2.2 Ruas dan Buku pada Batang Lengkuas.....	55
2.3 Stolon pada Stroberi.....	56
2.4 Umbi Lapis pada Bawang Merah	56
2.5 Kuncup pada Kentang	57
2.6 Daun Cocor Bebek.....	57
2.7 Tanaman Bahan Amatan Percobaan Reproduksi Aseksual Tumbuhan.....	58
2.8 Perlakuan pada Umbi Bawang Merah dan Daun Bawang Merah	60

2.9 Cangkok	61
2.10 Merunduk	61
2.11 Menyambung Batang pada Bibit suatu Pohon.....	62
2.12 Menempel	62
2.13 Setek Batang Singkong.....	63
2.14 Berbagai macam Bunga Bahan Amatan Struktur Bunga	64
2.15 Struktur Bunga.....	65
2.16 Lebah Hinggap pada Bunga	66
2.17 Jagung	68
2.18 Penyerbukan dengan Bantuan Lebah.....	68
2.19 Penyerbukan dengan Bantuan Burung	69
2.20 Penyerbukan dengan Bantuan Kelelawar.....	69
2.21 Manusia Membantu Penyerbukan Bunga Anggrek.....	69
2.22 Proses Pembuahan.....	71
2.23 Bunga Dandelion	74
2.24 Tunas Kelapa.....	74
2.25 Burung Memakan Biji	75
2.26 Biji yang Menempel pada Pakaian	75
2.27 Siklus hidup Tumbuhan Angiospermae	78
2.28 Struktur Putik.....	79
2.29 (a) Hutan Pinus, (b) Pakis Haji, dan (c) Biji Tanaman Melinjo	80
2.30 (a) Strobilus Jantan dan Betina Pada Melinjo, (b) Tunas Akar pada Pinus, (c) Bulbil pada Pakis Haji	81
2.31 Siklus Hidup Tumbuhan Gymnospermae	82
2.32 (a) Paku Ekor Kuda, (b) Pteris	82
2.33 Siklus Hidup Tumbuhan Paku	85
2.34 Kolam Air.....	86
2.35 Siklus Hidup Lumut.....	87
2.36 Struktur Gemmae pada Lumut.....	87
2.37 Lumut Hati; (b) Lumut Tanduk; (c) Lumut Daun	88
2.38 Tanaman yang Ditanam dengan Teknik Hidroponik	89
2.39 Vertikultur.....	90
2.40 Kultur Jaringan Tumbuhan.....	90
2.41 (a) Anggrek yang ditanam dalam Medium (b) Proses Aklamatisasi Anggrek (c) Anggrek di Perkebunan Budidaya Anggrek	92
2.42 (a) Ikan Hasil Tangkapan dipilah Berdasarkan Ukuran, (b) Sebagian Hasil Panen Ikan dikeringkan	93
2.43 Pertunasan Hydra sp.....	94
2.44 Kucing adalah Hewan Vivipar.....	99
2.45 Semut dan Telurnya	100
2.46 Struktur Bagian dalam Telur.....	101
2.47 Ayam yang Baru Menetas	102
2.48 Cacing	102

2.49	Siklus Hidup ubur-Ubur.....	103
2.50	Metamorfosis Katak	104
2.51	Inseminasi Buatan	107
2.52	(a) Ular karang, (b) Ular Scarlet King	108
2.53	Belalang yang Menyerupai Anggrek	110
2.54	Proses reproduksi kentang dengan menggunakan tunas. (a) Kentang yang memiliki mata tunas, (b) Kentang ditusuk menggunakan lidi, (c) Kentang diletakkan di atas gelas air mineral berisi air,(d) Kentang didiamkan agar bertunas.....	124
3.1	Grafik Jumlah Penduduk Indonesia	128
3.2	Bayi Baru Lahir.....	131
3.3	Timbunan Sampah.....	137
3.4	Timbunan Sampah di Sungai	137
3.5	Sampah yang Menumpuk di Tepi Jalan.....	137
3.6	Kawasan Industri yang Menghasilkan Banyak Asap	138
3.7	Penggunaan Air Sungai untuk Aktivitas Sehari-hari.....	142
3.8	Rentangan pH.....	143
3.9	a) Kapal Pengangkut Minyak yang Kebakaran, (b) Kondisi air laut yang Tercemar oleh Minyak, (c) Burung dan (d) Ikan dapat Mati Akibat Pencemaran Minyak Bumi.....	145
3.10	(a) Pohon Kelor, (b) Daun Kelor, (c) Buah Kelor, (d) Biji Kelor.....	146
3.11	(a) Kemacetan di kota Jakarta dan (b) Polusi Udara akibat Asap Bus	149
3.12	Pendingin Udara (AC)	150
3.13	Skema Mekanisme Kerja AC.....	150
4.1	Struktur Penyusun Daun dan Molekul Klorofil.....	166
4.2	Model Ikatan Kimia pada CO ₂	167
4.3	Siklus Nitrogen Secara Alami.....	168
4.4	Perbedaan Struktur Senyawa: (a) Amilum pada Kentang dan (b) Selulosa pada Pensil	172
4.5	Pada Molekul (a) H ₂ O dan (b) H ₂ O ₂ . Perbandingan jumlah atom O dan H dalam molekul berbeda sehingga kedua senyawa tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda.....	173
4.6	Warna Lampu yang Berisi Gas Mulia Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), dan Xenon (Xe)	175
4.7	Model Sederhana Atom Helium (He).....	176
4.8	Model Molekul Dalton dari Senyawa (a) Air (H ₂ O), (b) Karbondioksida (CO ₂) dan (c) Karbonmonoksida (CO)	179
4.9	Mikroskop Elektron jenis SEM (Scanning Electron Microscope).....	180
4.10	Protozoa dari Genus Didinium yang sedang	

Memakan Paramecium (a) Gambar dari Mikroskop Cahaya (160 x) (b) Gambar dari Mikroskop Elektron (425 x)	180
4.11 Foto Hasil Sinar X untuk Melihat: (a) Tulang yang Patah, (b) Kondisi Tulang Setelah Penyembuhan	181
4.12 Penderita Gondok.....	182
4.13 Beberapa Contoh Unsur (a) Merkuri (Hg), (b) Litium (Li), (c) Brom (Br ₂), (d) Klor (Cl ₂)	184
4.14 Isotop-Isotop Atom Karbon	185
4.15 Tingkat Energi Atom dan Jumlah Elektron Maksimal.....	186
4.16 Tingkat Energi (Kulit) Atom dan Jumlah Elektron Maksimal.....	188
4.17 Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur.....	191
4.18 Kristal Natrium Klorida (Garam Dapur)	192
4.19 Penggunaan Elektron Bersama pada Molekul H ₂	193
4.20 Penggunaan Bersama Dua Elektron pada Molekul Cl ₂	194
4.21 Penggunaan Bersama Elektron pada (a) Gas Oksigen (O ₂) dan (b) Gas Nitrogen (N ₂).....	194
4.22 Mekanisme Transpor Oksigen dan Karbondioksida.....	196
4.23 Kembang Api.....	198
4.24 Perbedaan Warna dari Pembakaran Unsur: (a) Natrium (Na), (b) Kalium (K), (c) Litium (Li)	199
4.25 Tempat Sampah	201
4.26 Struktur (a) Intan dan (b) Grafit pada Isi Pensil.....	202
4.27 Logo Jenis Plastik.....	203
4.28 Botol Minuman.....	203
4.29 Botol Pelembab dan Shampo.....	204
4.30 Pelampung Renang	204
4.31 Botol Pelumas	204
4.32 Kaleng Plastik Cat	205
4.33 Kotak Makanan dari Styrofoam	205
4.34 Botol Minuman Bayi.....	205
4.35 Menara Eifel	206
4.36 Atap Galvalum	207
4.37 Medali Perunggu.....	207
4.38 Pegangan Pintu dari Kuningan	208
4.39 Struktur (a) Tulang dan (b) Gigi.....	209
5.1 Dua Sisir Bermuatan yang digantung	221
5.2 Elektroskop Sederhana.....	224
5.3 Set Percobaan Coulomb.....	224
5.4 Set Percobaan	225
5.5 Gaya Coulomb pada Muatan Listrik.....	227
5.6 Garis Medan Listrik Dua Muatan	229
5.7 Muatan Q didekati Muatan Tes q ₀	229

5.8 (a) Benjamin Franklin , (b) Sambaran Petir pada Malam Hari	232
5.9 Ilustrasi Muatan Listrik pada Sel Saraf Tidak Bermyelin	235
5.10 Impuls Listrik pada Saraf Manusia	236
5.11 Neuron Bermyelin.....	238
5.12 Rangkaian Listrik Percobaan Konduktor dan Isolator	239
5.13 Kabel Listrik dari Tembaga dengan Pelapis Plastik,	240
5.14 Beberapa Jenis Semikonduktor: Resistor, Diode, Transistor, dan IC	241
5.15 Penangkal Petir.....	241
5.16 Berkas Sel Saraf dan Kabel Listrik.....	242
5.17 Pergerakan Impuls pada Akson Bermyelin dan Tidak Bermyelin	243
5.18 Larutan Garam dan Larutan Gula.....	243
5.19 Ikan Belalai Gajah.....	247
5.20 Ikan Pari Elektrik	247
5.21 Hiu Kepala Martil.....	248
5.22 Echidnas	248
5.23 Belut Listrik.....	248
5.24 Lele Elektrik	248
5.25 Lampu	249
5.26 Rangkaian Percobaan Baterai Buah	252
5.27 Rangkaian Percobaan.....	260
5.28 (a) Rangkaian Seri Hambatan Listrik,	262
(b) Rangkaian Paralel Hambatan Listrik Penangkal Petir.....	263
5.29 (a) Arus Kendaraan di Bundaran HI, Jakarta (b) Arus Listrik yang Masuk dan Keluar dari Percabangan	264
5.30 Rangkaian Elemen yang sama Secara Seri	266
5.31 Rangkaian Elemen Secara Paralel	266
5.32 Panel Sel Surya.....	268
5.33 Sumber Energi Angin	269
5.34 PLTA Karangates yang Memanfaatkan Aliran Sungai Brantas.....	269
5.35 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Mesto	270
5.36 Tumbuhan sebagai Sumber Energi Listrik.....	270
5.37 Transmisi Energi Listrik Jarak Jauh.....	272
5.38 (a) Lampu sebagai Penerang pada Malam Hari, (b) Thomas Alva Edison dengan Lampu Pijar Temuannya	273
5.39 Thomas Alva Edison dengan Lampu Pijar Temuannya	274
5.40 Rekening Listrik	275
5.41 Menyambung Kabel	276
5.42 Penggunaan ECG	278
5.43 Penggunaan EEG.....	279
5.44 Cerobong Asap.....	279
5.45 Alat Pengecat Mobil.....	279
5.46 Mesin Fotokopi	279

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 di mana 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

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/ceotok
- 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 (H₂O₂) 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.

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



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

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 kelembutan, 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.
- 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.



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.

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 dihayati 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 kelembaran 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 aktivitas 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

Banu Musa
 Pengarang buku Al-Hiwal (buku alat-alat kimia) yang berisikan 100 rumus kimia seperti penguraian logam, air asam, klorin air dan sistem kerangka tanah pekarang yang terkandung di dalam, teknik pengolahan logam, tembaga, besi, timah, perak, sulfur dan pembuatan tembaga dari bijihnya.

Justus von Liebig
 1803-1873
 Ahli kimia berkebangsaan Jerman menyatakan bahwa dengan menggunakan bagian-bagian tanaman, ia dapat memfermentasikan urine-urine hama di dalam pupuk yang dapat dimanfaatkan berkehidupan tanah pada periode tanam berikutnya.

V.V. Dokuchaev
 1846-1903

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 Mengetahui 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 bekerjasama 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
- Alela** 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 312
- 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
- Arkeogonium 89
- Arus Listrik: 255

B

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

Bulbouretra 9

C

- Cairan ketuban 31
- Cangkok 64

D

- Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk 139
- Dam 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 dapat ditemukan. Dengan menggunakan indeks kamu dapat menemukan penjelasan suatu konsep dalam buku secara cepat.

Motivasi Untuk Ananda

Ananda, 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 keseluruh penjuru dunia. Menurut ananda kenapa Perdana Menteri Jepang menanyakan mengenai jumlah guru? Guru memiliki peran penting dalam hal perbaikan bangsa melalui pendidikan.



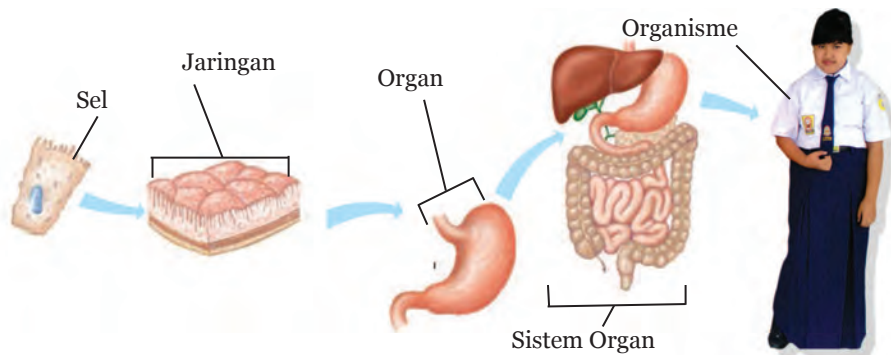
Pendidikan merupakan hal yang penting dalam perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Sebagai pelajar menurut ananda seberapa besar peranan ananda dalam pendidikan? Ananda merupakan aktor dalam proses pendidikan. Ananda memiliki peranan yang penting dalam pendidikan yang tentunya juga berperan penting 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 1 Sistem Reproduksi pada Manusia



Bagaimana kamu bisa ada di dunia ini? Berapa lama kamu ada dalam kandungan ibu? Dari mana kamu mendapatkan makanan selama dalam kandungan? Kamu tertarik bukan untuk mengetahui jawaban pertanyaan di atas? Oleh karena itu, ayo, kita pelajari bab ini bersama-sama dengan penuh semangat!

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena diberi kesempatan untuk lahir di dunia dan dapat melihat keindahan berbagai ciptaan-Nya. Pada awalnya, manusia berasal dari satu sel, selanjutnya sel tersebut mengalami pembelahan secara terus menerus, sehingga pada saat dewasa manusia memiliki sekitar 200 triliun sel. Sel-sel tersebut mengalami perubahan bentuk dan fungsi. Sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan bergabung menjadi suatu kesatuan untuk membentuk suatu jaringan. Nah, masih ingatkah kamu tentang materi Sistem Organisasi Kehidupan yang telah kamu pelajari di kelas VII? Jika kamu masih ingat, coba ceritakan kepada teman sebangkumu hierarki organisasi kehidupan hingga terbentuk suatu individu!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.1 Hierarki Organisasi Kehidupan dari Sel Hingga Organisme

Sekarang kamu telah mengetahui betapa teratur dan kompleksnya Tuhan menciptakan manusia. Kita wajib mengagumi-Nya dengan berusaha menemukan jawaban keteraturan dan kompleksitas tersebut. Kita juga harus berterima kasih dan selalu menghormati orang tua, terutama ibu kita. Karena ibu telah mengandung kita selama sembilan bulan sepuluh hari, menyusui, memberi kasih sayang, mendidik, dan masih banyak lagi pengorbanan dari ibu yang tidak dapat kita hitung.

Pernahkah terpikir dalam benakmu bagaimana ibu dapat mengandung? Apakah ibu dapat mengandung tanpa kehadiran ayah kita? Tentu jawabannya tidak bukan? Ibu kita dapat mengandung karena adanya ayah. Dari pernikahan ayah dan ibu dihasilkan keturunan yaitu lahirnya kamu. Ayah dan ibu dapat mempunyai keturunan karena memiliki sistem reproduksi. Tanpa sistem reproduksi ini maka niscaya kita tidak dapat lahir di dunia dan umat manusia akan punah. Apa sajakah alat-alat atau organ penyusun sistem reproduksi?

Apakah sistem reproduksi antara ayah kita (orang laki-laki) dan sistem reproduksi ibu kita (orang perempuan) sama? Ayo kita pelajari materi ini dengan seksama.

A. Pembelahan Sel

Ayo, Kita Pelajari



- Pembelahan mitosis
- Pembelahan meiosis



Istilah Penting

- Mitosis
- Meiosis
- Profase
- Metafase
- Anafase
- Telofase
- Sitokinesis
- Diploid
- Haploid

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana kita bisa tumbuh dan berkembang menjadi makhluk yang sempurna, sehingga kamu dapat bersyukur atas karunia yang diberikan Tuhan Yang Maha Esa.

Sebelum mempelajari sistem reproduksi coba kamu pahami dulu materi tentang pembelahan sel ini. Sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa pada awalnya manusia berasal dari satu sel. Akan tetapi, karena sel tersebut mengalami pembelahan, maka jumlah sel manusia pada saat dewasa sekitar 200 triliun. Nah, dapatkah kamu menyebutkan satu alasan mengapa sel membelah?

Pembelahan sel itu sangat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup. Ada 3 alasan mengapa sel mengalami pembelahan, yaitu untuk pertumbuhan, perbaikan, dan reproduksi. Berikut ini akan dijelaskan masing-masing alasan pentingnya sel mengalami pembelahan. Alasan pertama sel mengalami pembelahan adalah untuk pertumbuhan. Masih ingatkah kamu bahwa salah satu ciri makhluk hidup adalah mengalami pertumbuhan? Makhluk hidup dapat tumbuh karena sel-selnya bertambah banyak. Semakin banyak sel dalam suatu makhluk hidup maka semakin besar ukuran makhluk hidup itu.

Alasan selanjutnya adalah untuk perbaikan. Pernahkah kamu mengalami luka pada bagian tubuhmu? Apakah setelah beberapa lama bagian tubuh yang luka tersebut dapat menutup seperti semula? Sebenarnya, pada bagian tubuhmu yang mengalami luka tersebut terjadi kerusakan jaringan. Nah, perbaikan jaringan yang rusak

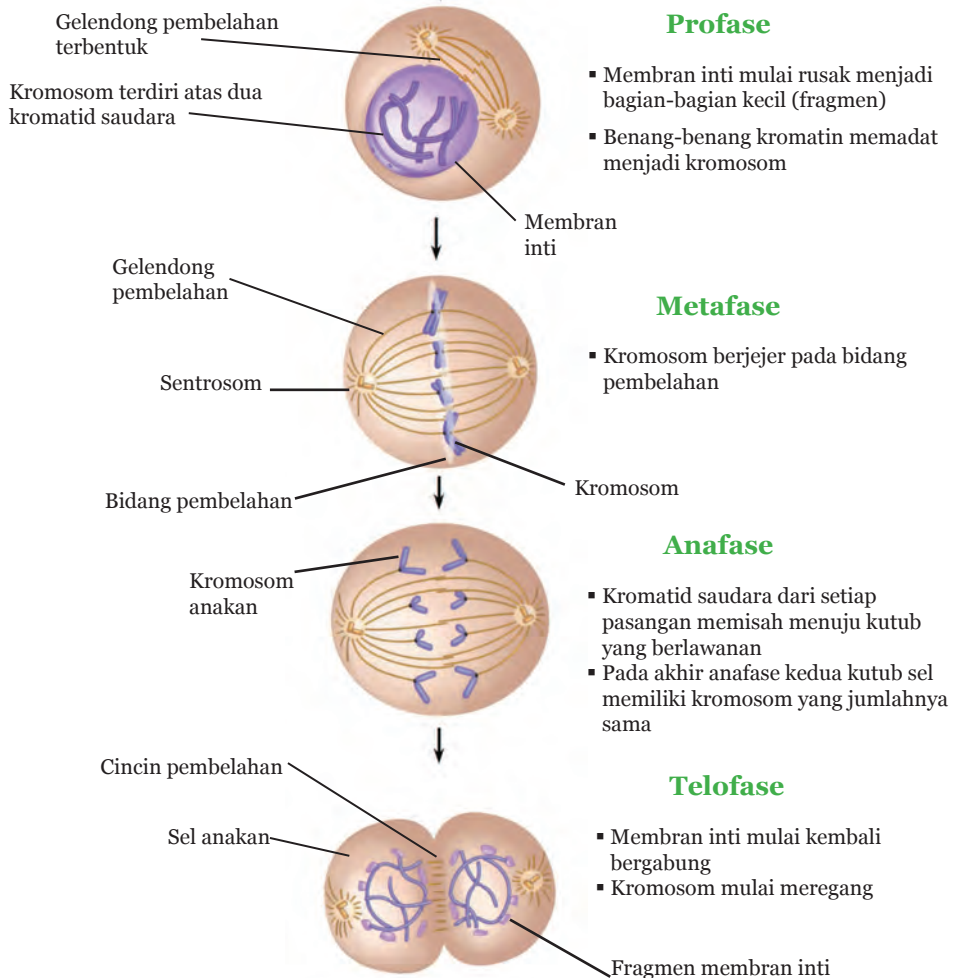
pada tubuhmu tersebut adalah hasil dari proses pembelahan sel. Alasan terakhir sel mengalami pembelahan adalah untuk reproduksi. Reproduksi atau perkembangbiakan adalah ciri lain dari makhluk hidup. Pada proses reproduksi seksual, diperlukan sel kelamin untuk membentuk individu baru (anakan). Proses pembentukan sel kelamin ini dilakukan dengan cara pembelahan sel.

Menurut teori sel, semua sel hidup berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya (*omnis cellula e cellula*). Teori ini dinyatakan oleh Rudolf Virchow pada tahun 1855. Pembentukan sel-sel baru atau anakan dari sel yang sudah ada sebelumnya dapat terjadi melalui proses pembelahan sel. Pembelahan sel dibedakan menjadi pembelahan mitosis dan meiosis. Pembelahan mitosis terjadi pada sel-sel tubuh (sel somatik) makhluk hidup. Pada pembelahan ini, dihasilkan sel anak yang mempunyai kromosom yang jumlahnya sama dengan kromosom sel induk. Bagaimanakah dengan pembelahan secara meiosis? Pembelahan secara meiosis hanya terjadi pada organ kelamin. Pembelahan ini berfungsi untuk menghasilkan sel gamet (sel telur dan sel sperma). Melalui pembelahan ini akan dihasilkan sel anak yang mempunyai kromosom setengah dari kromosom sel induk.

1. Pembelahan Mitosis

Pembelahan mitosis merupakan tipe pembelahan sel yang menghasilkan 2 sel anakan. Sel anakan tersebut mempunyai karakter identik secara genetik dengan sel induk. Artinya, kedua sel anakan yang terbentuk mempunyai susunan genetika yang sama, termasuk sama dalam jumlah kromosom dengan induknya. Jumlah kromosom yang dimiliki oleh sel anakan adalah $2n$ atau disebut dengan diploid. *Sel diploid* adalah sel-sel yang kromosomnya berpasangan ($2n$).

Pembelahan mitosis merupakan proses yang berkesinambungan yang terdiri atas empat fase pembelahan, yaitu **profase**, **metafase**, **anafase**, dan **telofase**. Setiap fase pembelahan tersebut memiliki ciri-ciri yang berbeda. Tahukah kamu apa ciri-ciri dari masing-masing fase pembelahan? Agar kamu lebih memahami fase pembelahan mitosis serta ciri-ciri yang terjadi pada setiap fasenya, perhatikan Gambar 1.2! Pada tahap akhir dari pembelahan mitosis yaitu fase telofase, umumnya selalu diikuti dengan pembelahan sitoplasma yang disebut dengan **sitokinesis**. Pada saat sitokinesis, terbentuk cincin pembelahan yang berfungsi membagi sitoplasma sehingga terbentuk dua sel anakan.



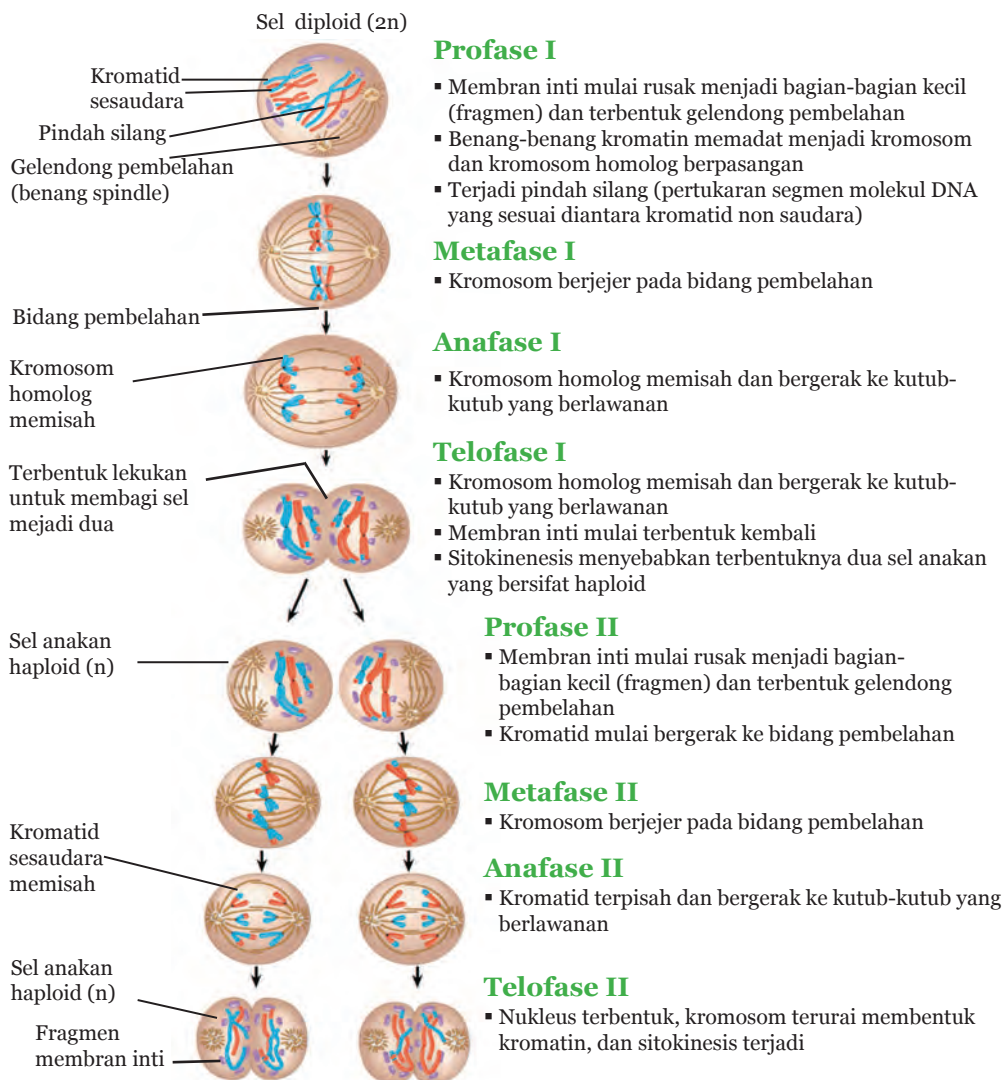
Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 1.2 Fase-fase Pembelahan Mitosis dan Ciri Setiap Fase Pembelahan Mitosis

2. Pembelahan Meiosis

Pembelahan meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan 4 sel anakan yang masing-masing sel anakan hanya memiliki separuh dari jumlah kromosom sel induk. Dapat dikatakan bahwa jumlah kromosom yang dimiliki oleh sel anakan adalah n atau disebut dengan *haploid*. Oleh karena itu, meiosis disebut sebagai **pembelahan reduksi**. Nah, masih ingatkah kamu pada proses pembentukan apakah pembelahan meiosis terjadi?

Sebelumnya kamu telah mempelajari fase-fase pada pembelahan mitosis. Menurut pendapatmu, apakah sama fase-fase pada pembelahan mitosis dan meiosis? Berbeda dengan mitosis, pembelahan meiosis berlangsung dalam 2 tingkat yaitu meiosis I dan meiosis II. Meskipun demikian, fase-fase pembelahan meiosis mirip dengan fase-fase pembelahan mitosis. Agar kamu dapat dengan mudah memahami fase-fase pembelahan meiosis, perhatikanlah Gambar 1.3. Gambar tersebut menunjukkan fase-fase pembelahan meiosis pada tingkat meiosis I dan meiosis II.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 1.3 Fase-fase Pembelahan Meiosis



Ayo, Kita Pikirkan!

Mengapa pada pembentukan sel kelamin melalui proses pembelahan meiosis?

B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi pada Manusia

Ayo, Kita Pelajari



- Organ reproduksi pada laki-laki
- Spermatogenesis
- Organ reproduksi pada perempuan
- Oogenesis
- Siklus menstruasi
- Fertilisasi dan kehamilan



Istilah Penting

- Penis
- Testis
- Epididimis
- FSH
- LH
- Vas Deferens
- Uretra
- Spermatogenesis
- Sperma
- Ovarium
- *Tuba fallopi*
- Uterus
- Endometrium
- Vagina
- Servik
- Menstruasi
- Estrogen
- Progesteron

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami struktur dan fungsi organ reproduksi sehingga kamu dapat menjaganya agar tetap sehat dan terhindar dari penyakit.

1. Organ Reproduksi pada Laki-laki

Tahukah kamu organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki? Untuk mengetahui organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki, ayo kita selesaikan Aktivitas 1.1 berikut ini!



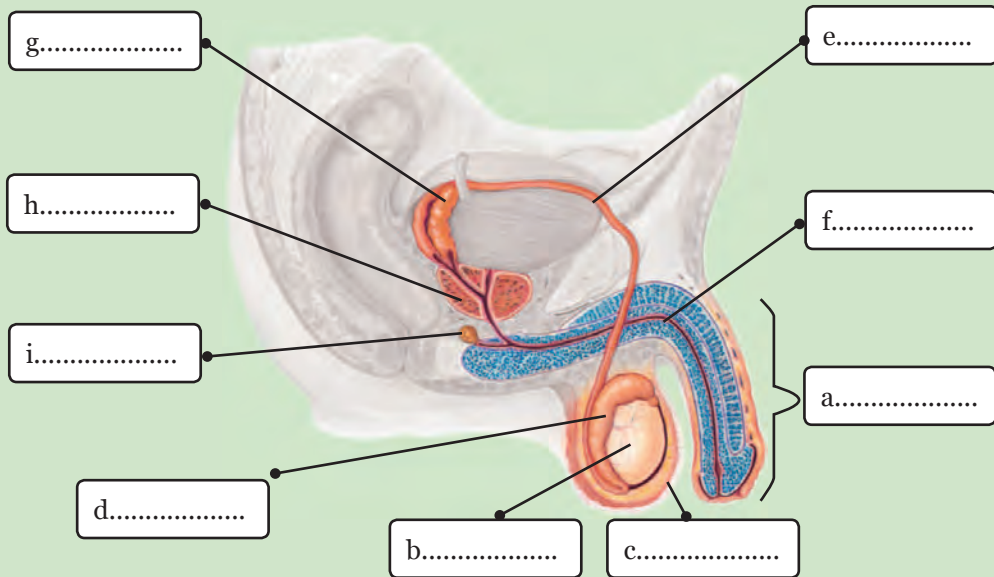
Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Mengidentifikasi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Laki-laki

Coba perhatikan dan pahami keterangan organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki yang terdapat pada Tabel 1.1! Kemudian

perhatikan Gambar 1.4 tentang struktur organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan lengkapilah nama organ-organ tersebut sesuai dengan keterangan yang terdapat pada Tabel 1.1.

Lakukanlah dengan teliti dan cermat pada saat kamu meyimak Tabel 1.1 dan melengkapi Gambar 1.4. Selain itu, jangan lupa untuk bekerja sama dengan teman satu kelompokmu.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 1.4 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-laki

Tabel 1.1 Struktur dan Fungsi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
a.	Penis	Bagian luar organ reproduksi laki-laki yang berfungsi sebagai saluran kencing (urin) dan saluran sperma.
b.	Skrotum	Bagian seperti kantung yang di dalamnya terdapat testis. Berfungsi menjaga suhu testis agar sesuai untuk produksi sperma.
c.	Testis	Bagian yang bentuknya bulat telur yang tersimpan dalam skrotum. Berfungsi untuk memproduksi sperma dan hormon testosteron.

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
d.	Epididimis	Saluran yang keluar dari testis yang berbentuk seperti tanda koma dengan ukuran \pm 4 cm. Berfungsi sebagai tempat penyimpanan sperma sementara.
e.	Vas Deferens	Saluran panjang yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididimis. Berfungsi menghubungkan epididimis dan uretra.
f.	Uretra	Saluran yang terdapat dalam penis, merupakan akhir dari saluran reproduksi. Berfungsi sebagai saluran keluarnya sperma dan urin.
g.	Kelenjar Vesikula Seminalis	Bagian yang berbentuk seperti kantung kecil berukuran \pm 5 cm yang terletak di belakang kantung kemih. Berfungsi menghasilkan zat-zat yang diperlukan untuk perkembangan sperma.
h.	Kelenjar Prostat	Bagian yang berbentuk seperti kue donat yang terletak di bawah kantung kemih. Berfungsi menghasilkan cairan bersifat asam.
i.	Kelenjar Cowper	Bagian yang berbentuk seperti kacang yang terletak di bawah kelenjar prostat. Berfungsi menghasilkan lendir dan cairan bersifat basa.

Setelah menyelesaikan Aktivitas 1.1 di atas tentunya kamu sudah memahami organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki. Lalu apa saja fungsi dari masing-masing organ tersebut? Ayo, kita simak dengan seksama paparan berikut ini!

Alat reproduksi atau alat kelamin laki-laki dapat dibedakan menjadi alat kelamin luar dan alat kelamin dalam.

a. Alat Kelamin Luar

Alat kelamin luar merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian luar tubuh dan dapat diamati secara langsung.

1) Penis

Bagi kamu yang laki-laki, air kencingmu dikeluarkan melalui organ yang namanya penis. Penis berfungsi sebagai saluran kencing (urin) dan sebagai saluran sperma. Penis terbentuk dari otot dan tidak mengandung tulang. Pada ujung penis terdapat struktur seperti lipatan kulit yang disebut kulup (prepuce). Kulup inilah yang dipotong saat seseorang dikhitan.



Ayo, Kita Pikirkan!

Mengapa seorang laki-laki dianjurkan untuk berkhitan? Kira-kira apa manfaat dikhitan?

2) Skrotum

Pada bagian di dekat penis terdapat kantung yang terlihat seperti lipatan-lipatan kulit namanya skrotum. Pada skrotum tersebut terdapat dua buah (sepasang) testis atau buah zakar yang berbentuk bulat telur. Skrotum juga berfungsi menjaga suhu testis agar sesuai untuk produksi sperma.

b. Alat Kelamin Dalam

Alat kelamin dalam merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian dalam tubuh dan tidak dapat diamati secara langsung. Alat kelamin dalam antara lain terdiri dari testis, saluran sperma, uretra, dan kelenjar reproduksi.

1) Testis

Testis merupakan organ reproduksi yang berbentuk bulat telur, berjumlah dua buah (1 pasang) dan terdapat dalam skrotum. Saat ini, mungkin kamu berusia antara 13 atau 14 tahun. Pada usia tersebut testis mulai memproduksi sperma atau sel kelamin jantan dan hormon **testosteron**. Nah, tahukah kamu apa itu sperma dan hormon testosteron? Sperma merupakan sel tunggal yang mempunyai ekor dan kepala yang merupakan sel kelamin bagi laki-laki. Sedangkan, hormon testosteron adalah senyawa yang dapat merangsang perubahan fisik pada anak laki-laki yaitu membesarnya jakun dan tumbuhnya rambut pada tempat-tempat tertentu misalnya kumis. Pada masa inilah kamu berada pada masa pubertas. Masa pubertas adalah masa ketika seorang anak mengalami pematangan fungsi seksual yang disertai perubahan fisik dan psikis.



Tahukah Kamu?

Hormon testosteron memiliki banyak fungsi, antara lain: mengatur perkembangan dan fungsi alat kelamin laki-laki, mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder seperti tumbuhnya rambut pada daerah tertentu, meningkatnya aktivitas kelenjar minyak dan keringat dalam kulit sehingga pada saat puber muncul jerawat dan bau badan, suara yang lebih besar, otot yang lebih kuat, dan dada yang lebih bidang.

2) Saluran Sperma

Sperma yang dihasilkan di dalam testis akan keluar melalui **epididimis**. **Epididimis** merupakan saluran yang keluar dari testis. Pada saluran ini sperma disimpan sementara waktu sampai berkembang sempurna, dan dapat bergerak menuju saluran berikutnya yaitu **vas deferens**. Vas deferens merupakan saluran yang menghubungkan epididimis dan uretra serta berfungsi sebagai saluran sperma menuju uretra.

3) Uretra

Uretra merupakan saluran akhir dari saluran reproduksi laki-laki yang terdapat di dalam penis. Masih ingatkah kamu bahwa air kencingmu keluar melalui penis? Uretra selain berfungsi sebagai saluran keluarnya sperma juga berfungsi sebagai saluran keluarnya urin. Proses keluarnya sperma ini dikenal dengan istilah ejakulasi.

4) Kelenjar Reproduksi

Kelenjar reproduksi berfungsi untuk memproduksi getah atau cairan yang nantinya bercampur dengan sel sperma menjadi air mani atau semen. Kelenjar reproduksi pada laki-laki terdiri atas berikut ini.

a) Vesikula Seminalis

Vesikula seminalis merupakan struktur yang berbentuk seperti kantung kusut kecil (± 5 cm) yang terletak di belakang (posterior) dari kantung kemih. Kelenjar ini menghasilkan zat yang bersifat basa (alkali), fruktosa (gula monosakarida), hormon prostaglandin, dan protein pembekuan. Apa fungsi dari masing-masing zat tersebut?



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu pasti ingin tahu dengan fungsi zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis bukan? Kamu dapat mencari informasi terkait masalah tersebut dalam buku-buku di perpustakaan, bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, maupun melalui internet. Selamat mencari!

Nama Zat	Fungsi
Zat yang bersifat basa	
Fruktosa	
Hormon prostaglandin	
Protein pembekuan	

b) Kelenjar Prostat

Kelenjar prostat berfungsi menghasilkan cairan keputih-putihan, sedikit asam (pH 6,5) dan mengandung beberapa zat yaitu: 1) asam sitrat yang digunakan untuk menghasilkan energi (ATP); 2) beberapa enzim, yaitu pepsinogen, lisozim, dan amilase; 3) seminal plasmin yang berfungsi sebagai antibiotik untuk membunuh bakteri dalam saluran reproduksi.



Tahukah Kamu?

Pada laki-laki tertentu yang berumur sekitar 50 tahun, kelenjar prostat dapat mengalami pembesaran, dari ukuran sebesar buah kemiri menjadi seukuran buah jeruk lemon atau yang dikenal **benign prostatic hyperplasia** (BPH). BPH merupakan kelainan yang menyebabkan saluran uretra menjadi kecil dan sulit untuk mengeluarkan urin. BPH berbeda dengan kanker prostat. Pada umumnya kanker prostat berkembang di bagian luar dari kelenjar prostat sedangkan pada BPH yang berkembang adalah bagian dalam kelenjar prostat.

c) Kelenjar Cowper (Bulbouretra)

Kelenjar Cowper menghasilkan lendir dan cairan bersifat basa yang berfungsi melindungi sperma dengan cara menetralkan urin yang memiliki pH asam yang tersisa dalam uretra serta melapisi uretra sehingga mengurangi sperma yang rusak selama ejakulasi. Sperma yang dihasilkan testis akan bercampur dengan getah-getah yang dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar reproduksi sehingga terbentuk suatu suspensi (campuran antara zat cair dan zat padat) yang disebut semen (air mani). Semen inilah yang dikeluarkan melalui uretra. Pada umumnya volume semen yang dikeluarkan sebesar 2,5-5 mililiter (mL). Tiap 1 mililiter terkandung 50-150 juta sel sperma. Dari jutaan sel sperma tersebut nantinya hanya 1 (satu) sel sperma yang akan berhasil membuahi sel telur.

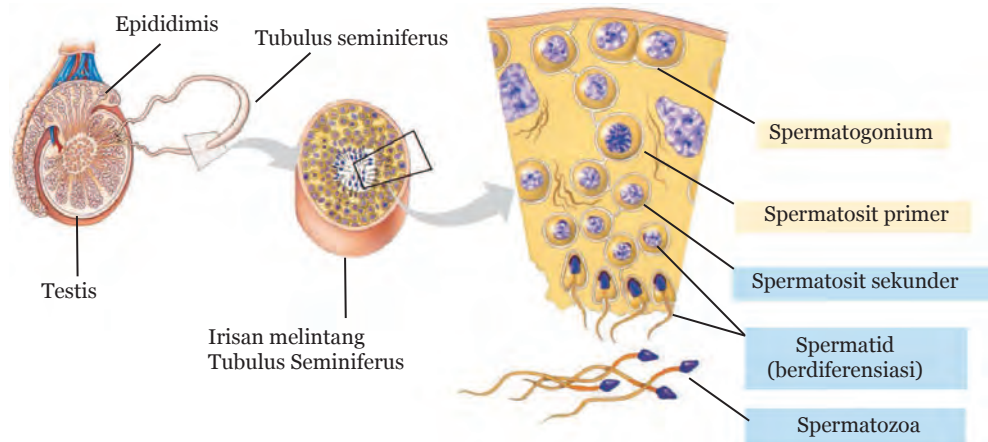
2. Spermatogenesis

Tanda bahwa sistem reproduksi pada laki-laki telah matang adalah keluarnya air mani dari penis. Biasanya, air mani tersebut keluar pada saat anak laki-laki mengalami mimpi basah. Mimpi basah pada umumnya terjadi saat berumur antara 10 – 14 tahun. Apakah sebenarnya air mani itu? Air mani merupakan campuran sel-sel sperma dengan getah-getah yang dikeluarkan oleh kelenjar reproduksi. Masih ingatkah kamu di mana terjadi proses pembentukan sperma? Proses pembentukan sperma terjadi di dalam testis. Tahukah kamu, bagaimanakah proses pembentukan sperma yang terjadi di dalam testis? Agar kamu dapat memahaminya simaklah penjelasan berikut ini dengan seksama!

Proses pembentukan sperma disebut dengan **spermatogenesis**. Pembentukan sel sperma terjadi di dalam tubulus seminiferus. Kata “tubulus” berasal dari kata “tubula” yang artinya saluran, sedangkan kata “seminiferus” berasal dari kata “semen” yang artinya sperma. Jadi tubulus seminiferus adalah saluran panjang yang berkelok-kelok tempat pembentukan sperma. Kumpulan tubulus inilah sebenarnya struktur yang membentuk testis.

Proses pembentukan sperma pada saluran tersebut terjadi secara bertahap. Diawali dari sel induk sperma atau **spermatogonium** yang bersifat diploid (2n). Selanjutnya, sel spermatogonium mengalami pembelahan secara mitosis maupun meiosis dan mengalami

diferensiasi atau perkembangan sehingga terbentuk sel sperma atau **spermatozoa** yang memiliki ekor. Sel sperma yang terbentuk tersebut bersifat haploid (n). Agar kamu lebih memahami proses spermatogenesis, perhatikanlah dan amatilah gambar potongan melintang tubulus seminiferus (Gambar 1.5)!



Sumber: Campbell dkk., 2008.

Gambar 1.5 Potongan Melintang Tubulus Seminiferus



Ayo, Kita Pikirkan!

- 1) Mengapa sperma memiliki bagian kepala meruncing di bagian ujungnya?
- 2) Apa fungsi bagian ekor dari sperma?

3. Organ Reproduksi pada Perempuan

Kamu telah memahami organ reproduksi pada laki-laki bukan? Bagaimana organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada perempuan? Apakah sama dengan organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki? untuk menjawabnya, ayo kita selesaikan Aktivitas 1.2 berikut!

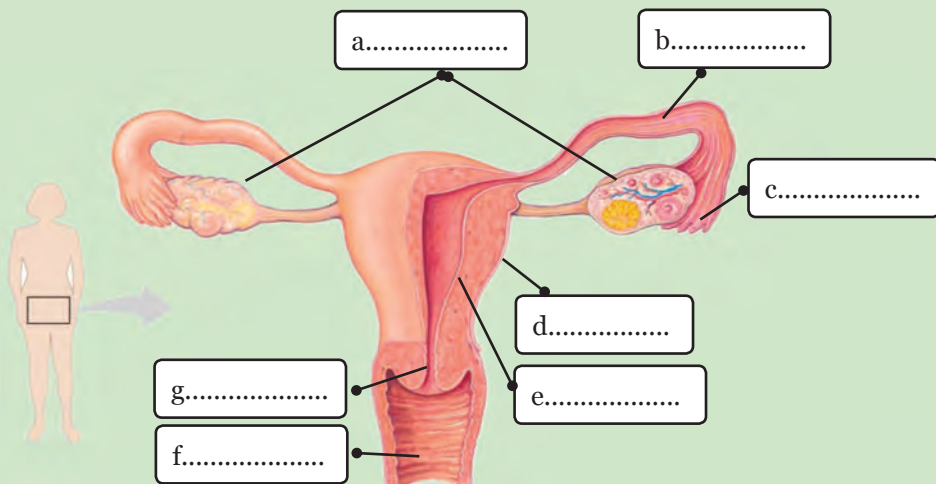


Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Melengkapi Gambar Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Perempuan

Coba perhatikan dan pahami keterangan organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan yang terdapat pada Tabel 1.2! Kemudian perhatikan Gambar 1.6 tentang struktur organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan dan lengkapilah nama organ-organ tersebut sesuai dengan keterangan yang terdapat pada Tabel 1.2!

Selesaikanlah dengan cermat dan teliti bersama kelompokmu!



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 1.6 Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan

Tabel 1.2 Struktur dan Fungsi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
a.	Ovarium	Struktur berbentuk seperti telur, berjumlah dua buah, terletak di samping kanan dan kiri rahim (<i>uterus</i>) dan berfungsi menghasilkan sel telur (<i>ovum</i>).

No	Nama Organ	Keterangan Struktur
b.	Saluran telur (<i>Tuba fallopi/Oviduk</i>)	Saluran dengan panjang ± 10 cm yang menghubungkan ovarium dengan rahim (<i>uterus</i>).
c.	Infundibulum	Struktur berjumbai dan merupakan pangkal dari <i>tuba fallopi</i> .
d.	Rahim (<i>uterus</i>)	Struktur seperti buah pir yang berfungsi sebagai tempat berkembangnya janin selama kehamilan.
e.	Endometrium	Lapisan yang membatasi rongga rahim dan meluruh saat menstruasi.
f.	Vagina	Saluran yang menghubungkan lingkungan luar dengan rahim, saluran mengalirnya darah menstruasi, dan saluran keluarnya bayi.
g.	Servik	Struktur rahim bagian bawah yang menyempit dan membuka ke arah vagina.

Setelah menyelesaikan Aktivitas 1.2 tentunya kamu sudah memahami organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan. Lalu apa saja fungsi dari masing-masing organ tersebut? Ayo, kita simak dengan seksama paparan berikut ini!

Alat reproduksi atau alat kelamin perempuan juga dapat dibedakan menjadi alat kelamin luar dan alat kelamin dalam.

a. Alat Kelamin Luar

Alat kelamin perempuan yang terletak di luar yaitu vulva, labium, dan saluran kelamin. **Vulva** yaitu suatu celah paling luar dari alat kelamin wanita yang dibatasi oleh sepasang bibir (kanan dan kiri). Kedua bibir ini disebut dengan **labium**. Kedalam vulva bermuara dua saluran, yaitu saluran urine dan saluran kelamin (vagina).

b. Alat Kelamin Dalam

Alat kelamin dalam perempuan antara lain terdiri atas ovarium, saluran kelamin, dan vagina.

1) Ovarium

Ovarium atau indung telur merupakan organ reproduksi perempuan yang terletak di sebelah kiri dan kanan rongga perut bagian bawah. Ovarium berjumlah sepasang dan memiliki bentuk seperti telur dengan ukuran 4 cm x 3 cm x 2 cm. Di dalam ovarium

terdapat kumpulan sel yang disebut folikel. Di dalam folikel inilah sel telur atau ovum berkembang. Sel-sel oosit (calon sel telur) berkembang sejak awal kehidupan seorang perempuan dan mencapai kematangan setelah pubertas. Folikel ini juga menghasilkan hormon perempuan yaitu estrogen dan progesteron. Pada setiap bulan, sel telur yang telah matang dilepaskan dari ovarium. Proses pelepasan sel telur dari indung telur ini disebut **ovulasi**. Selanjutnya sel telur tersebut akan ditangkap oleh fimbriae dan kemudian akan bergerak ke saluran telur (*tuba fallopi*).

Saat ini kalian telah mengetahui bahwa jumlah ovarium yang dimiliki oleh perempuan ada dua buah. Nah, apakah kedua ovarium tersebut akan melepaskan sel telur secara bersamaan? Biasanya setiap ovarium akan bergiliran melepaskan ovum (telur) setiap bulannya. Akan tetapi, jika salah satu ovarium tidak ada atau tidak berfungsi, misalnya karena diangkat melalui proses operasi, maka ovarium lainnya akan terus melepaskan sel telur.



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu fungsi lain dari hormon estrogen dan progesteron? Hormon estrogen dan progesteron berperan mengatur siklus menstruasi. Hormon ini juga mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder pada perempuan. Ciri kelamin sekunder tersebut antara lain, semakin besarnya pinggul, tumbuhnya rambut pada bagian tertentu, berkembangnya payudara, semakin aktifnya kelenjar minyak dan kelenjar keringat yang dapat memicu munculnya jerawat.

2) Saluran Kelamin

Saluran kelamin perempuan terdiri atas saluran telur atau *tuba fallopi*, uterus, dan vagina.

a) Saluran Telur (*Tuba Fallopi*)

Saluran telur (*tuba fallopi*) atau oviduk berjumlah sepasang, yaitu kanan dan kiri yang memanjang ke arah samping dari uterus. Panjang *tuba fallopi* ini sekitar 10 cm. Saluran telur berakhir dalam struktur berbentuk corong yang disebut **infundibulum**, yang ditutupi

fimbriae. Fimbriae menangkap sel telur yang dilepaskan oleh ovarium. Fungsi saluran telur membawa sel telur dari infudibulum ke rahim. Pada saluran telur inilah terjadi fertilisasi atau pembuahan. Setelah terjadi fertilisasi, saluran telur akan menyalurkan zigot (hasil fertilisasi) menuju uterus atau rahim.

b) Rahim (Uterus)

Uterus atau rahim merupakan organ yang memiliki dinding yang tebal, memiliki bentuk seperti buah pir yang terbalik. Secara normal, rahim terletak di atas kantung kemih. Rahim juga berfungsi sebagai tempat perkembangan janin. Pada saat tidak hamil, rahim memiliki ukuran 5 cm. Pada saat hamil, rahim mampu mengembang hingga 30 cm, ukurannya menyesuaikan dengan perkembangan bayi. Dinding rahim (**endometrium**) memiliki peranan dalam pembentukan plasenta. **Plasenta** merupakan organ yang menyuplai nutrisi yang dibutuhkan bayi selama perkembangannya. Pada perempuan yang tidak hamil, ketebalan dinding rahim bervariasi selama siklus menstruasi bulanan yang akan dibahas lebih lanjut pada bagian berikutnya.

c) Vagina

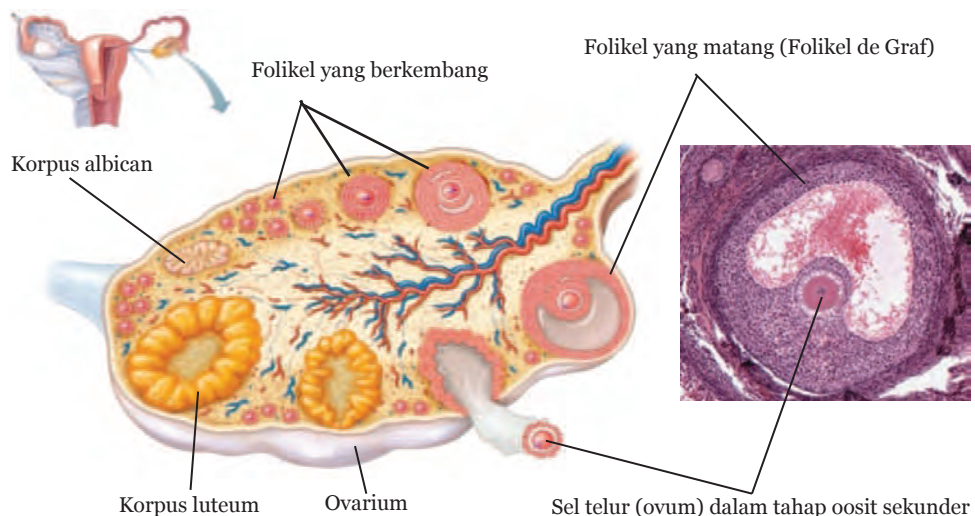
Vagina merupakan saluran yang menghubungkan lingkungan luar dengan rahim. Vagina tersusun atas otot-otot yang elastis, dilapisi selaput membran, yang disebut selaput dara (*hymen*). Saluran ini menghubungkan antara lingkungan luar dengan rahim. Saluran yang menghubungkan vagina dengan rahim adalah serviks leher rahim. Vagina selain berfungsi sebagai organ reproduksi juga berfungsi sebagai saluran untuk aliran darah menstruasi dari rahim dan jalan lahir bayi. Pada saat bayi akan lahir terjadi kontraksi otot-otot pada dinding rahim. Kontraksi inilah yang akan menyebabkan bayi terdorong ke jalan lahir (vagina). Pada bagian selanjutnya kamu akan mempelajari gaya gesek dan gaya dorong yang terjadi pada rahim dan beberapa organ reproduksi seorang ibu. Dengan demikian, kamu akan dapat mengetahui betapa beratnya perjuangan ibu pada saat melahirkan. Oleh sebab itu, kamu harus selalu menghormati dan berbakti kepada ibu.

Tahukah kamu bahwa selaput dara merupakan selaput tipis yang tersusun atas pembuluh darah. Selaput dara tersebut dapat robek karena aktivitas yang membahayakan. Oleh sebab itu, kepada kamu

yang perempuan selalu berhati-hatilah agar selaput daramu tidak rusak, dengan cara tidak melakukan aktivitas yang membahayakan. Mungkin saat ini kamu bertanya-tanya mengapa Tuhan Yang Maha Esa menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan? Tentunya Tuhan Yang Maha Esa menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan bukan tanpa tujuan. Tujuan utama dari penciptaan selaput dara adalah agar perempuan dapat menjaga diri untuk tidak melakukan aktivitas yang membahayakan terutama dari perbuatan tercela yang melanggar norma sosial dan agama.

4. Oogenesis

Tahukah kamu apa itu oogenesis? **Oogenesis** merupakan proses pembentukan sel kelamin perempuan yaitu sel telur atau ovum dan terjadi di dalam organ yang disebut ovarium. Berbeda dengan spermatogenesis yang dimulai ketika anak laki-laki mulai puber. Oogenesis dimulai sebelum anak perempuan lahir. Tahukah kamu, pada saat baru lahir, anak perempuan sudah memiliki bakal sel ovum (sel primordial) sebanyak 200.000 hingga 2.000.000, namun hanya sekitar 40.000 yang tersisa saat anak perempuan puber dan hanya 400 yang akan matang atau berkembang sempurna. Sel telur yang matang diovulasikan (dikeluarkan dari ovarium) selama siklus reproduksi perempuan. Coba perhatikan Gambar 1.7!

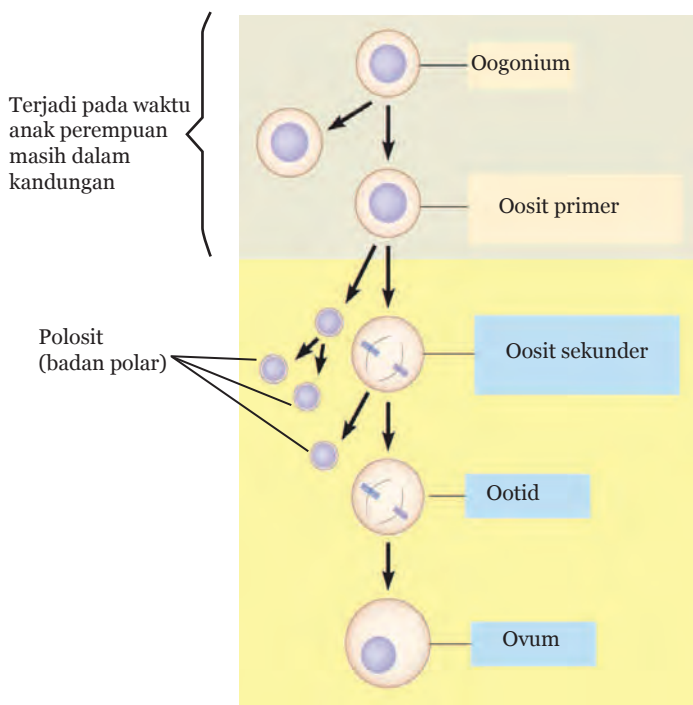


Sumber: Tortora, 2008.

Gambar 1.7 Struktur Ovarium

Pada Gambar 1.7 kamu dapat melihat bahwa dalam ovarium terdapat folikel yang berukuran kecil dengan calon bakal sel telur di dalamnya. Folikel dan bakal sel telur tersebut berkembang semakin besar bukan? Setelah matang sel telur akan dikeluarkan dari ovarium. Nah, bagaimanakah proses lebih lengkap pembentukan sel telur? Agar kamu dapat memahaminya lebih baik, perhatikan penjelasan berikut ini!

Oogenesis dimulai saat seorang perempuan berada dalam kandungan. Sel primordial akan membelah secara mitosis membentuk oogonium atau sel induk telur yang bersifat diploid ($2n$). Selanjutnya, akan terjadi pembelahan secara bertahap baik pembelahan mitosis maupun meiosis. Pada akhir peristiwa oogenesis, dari satu sel induk telur (oogonium) akan dihasilkan satu sel telur (ovum) yang bersifat haploid (n) dan tiga badan polar (polosit). Agar kamu dapat dengan mudah memahami peristiwa oogenesis, perhatikan Gambar 1.8.



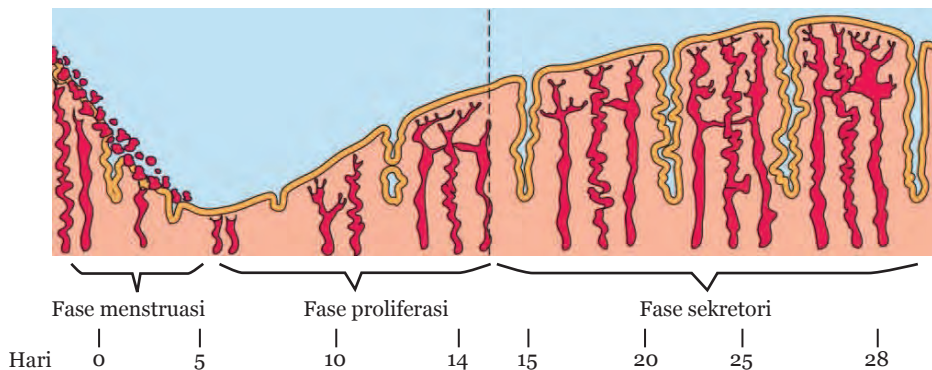
Sumber: Campbell dkk., 2008.

Gambar 1.8 Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)

5. Siklus Menstruasi

Bagi kamu yang perempuan tentunya sudah ada yang mengalami menstruasi. Tahukah kamu apa itu sebenarnya menstruasi? Menstruasi merupakan suatu keadaan keluarnya darah, cairan jaringan, lendir, dan sel-sel epitel yang menyusun dinding rahim. Apabila seorang perempuan mengalami menstruasi maka akan keluar darah melalui vaginanya. Menstruasi ini biasanya terjadi satu bulan sekali. Siklus menstruasi akan terjadi apabila sel telur yang dihasilkan oleh ovarium, tidak dibuahi oleh sel sperma. Nah, bagaimana proses lengkap dari siklus menstruasi? Agar kalian dapat memahaminya, simaklah penjelasan berikut ini!

Pada umumnya satu siklus menstruasi berlangsung selama 28 hari. Akan tetapi, ada perempuan yang mengalami siklus menstruasi pendek dan panjang. Seorang perempuan yang mengalami siklus menstruasi pendek, siklus menstruasinya akan berlangsung selama ± 18 hari. Seorang perempuan yang mengalami siklus menstruasi panjang, siklus menstruasinya akan berlangsung selama ± 40 hari.



Sumber: Campbell dkk., 2008.

Gambar 1.9 Siklus yang terjadi pada Dinding Rahim

Tahukah kamu bahwa siklus menstruasi dapat dibagi menjadi beberapa fase? Agar kamu dapat memahaminya perhatikan Gambar 1.9 tentang siklus yang terjadi pada dinding rahim! Fase pertama adalah **fase menstruasi**, pada fase ini **hormon FSH** (*follicle stimulating hormone*) memicu berkembangnya folikel dalam ovarium. Hormon FSH adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari atau hipofisis. Kelenjar tersebut terletak di otak bagian depan. Pada fase ini, dinding rahim luruh dan seorang perempuan mengalami menstruasi.

Pada proses perkembangan folikel, ada beberapa folikel yang berkembang, namun hanya ada satu folikel yang dapat terus berkembang tiap bulannya. Pada awal perkembangannya, folikel menghasilkan hormon **estrogen** dan hormon **progesteron**. Hormon estrogen dan progesteron ini akan memicu dinding rahim untuk menebal. Pada saat ini dinding rahim sedang mengalami fase proliferasi. Tujuan dari menebalnya dinding rahim adalah untuk mempersiapkan tempat melekatnya embrio apabila sel telur dibuahi oleh sperma. Fungsi lain dari hormon estrogen adalah memicu kembali kelenjar pituitari untuk menghasilkan hormon FSH dan LH (*leuteinizing hormone*). Hormon LH terus diproduksi dan meningkat secara mendadak. Peningkatan hormon LH ini akan memicu pengeluaran sel telur dari folikel yang telah matang, proses ini disebut **ovulasi**.



Tahukah Kamu?

Tingginya sisa metabolisme hormon LH (*leuteinizing hormone*) pada urin digunakan sebagai bahan uji atau tes untuk mengetahui kapan terjadi ovulasi. Alat tes untuk mengetahui waktu ovulasi tersebut mengandung suatu jenis antibodi monoklonal yang dapat menimbulkan perubahan warna ketika bereaksi dengan zat sisa metabolisme hormon LH.

Fase ketiga adalah **fase sekretori**. Folikel yang telah melepaskan sel telur akan berubah menjadi korpus luteum. Sel telur yang telah diovulasikan akan ditangkap oleh fimbriae dan akan bergerak menuju tuba fallopi. Jika pada saat itu sel telur tidak dibuahi oleh sperma (tidak terjadi fertilisasi), maka akan dikirimkan sinyal tertentu pada **korpus luteum** untuk tidak memproduksi hormon estrogen dan progesteron lagi. Dengan demikian, pada fase ini jumlah hormon estrogen dan progesteron pada perempuan rendah. Rendahnya hormon estrogen dan progesteron menyebabkan jaringan penyusun dinding rahim rusak dan pembuluh darah yang ada pada dinding rahim pecah, sehingga perempuan akan mengalami menstruasi.



Ayo, Kita Diskusikan

Aktivitas 1.2 Membuat Grafik Level Hormon dalam Siklus Menstruasi

Tahukah kamu bagaimana grafik level hormon yang berperan dalam siklus menstruasi? Ayo kita coba membuatnya! Pada bagian ini kamu akan membuat grafik level dari hormon-hormon yang mempengaruhi siklus menstruasi. Kegiatan ini akan membantumu memahami hormon apa yang paling penting pada setiap fase siklus menstruasi.

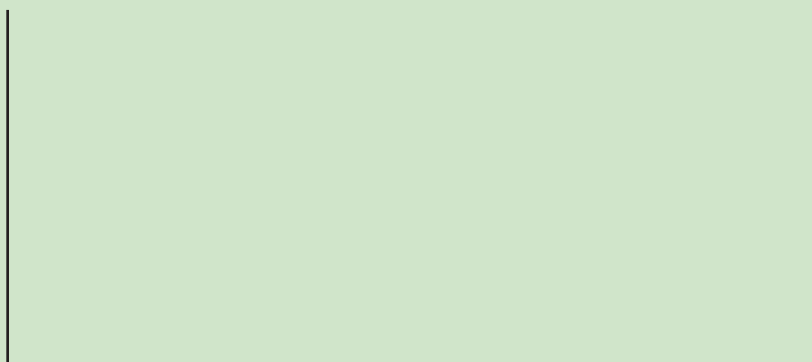
Siklus menstruasi merupakan rangkaian siklus perubahan pada dinding rahim dan hubungannya dengan perubahan pada ovarium. Kita asumsikan bahwa lama siklus menstruasi adalah 28 hari, namun sebenarnya siklus menstruasi sangat beragam antara perempuan satu dengan yang lain dan tidak konsisten antara bulan satu dengan bulan yang lain. Oleh karena merupakan siklus, kita dapat memulainya dari fase apapun, namun pada umumnya siklus ini dimulai dari hari pertama menstruasi.

Selama **fase menstruasi**, lapisan tebal yang melapisi uterus yaitu endometrium meluruh akibat tidak adanya sel telur yang mengalami fertilisasi. Sel-sel mati dari endometrium, darah, dan lendir dikeluarkan melalui vagina. Menstruasi terjadi kira-kira selama 5 – 14 hari. Fase kedua yaitu **fase folikular** atau poliferasi. Selama tahap ini sel telur mengalami proses pematangan. Fase ketiga merupakan fase paling singkat dalam siklus yaitu **fase ovulasi**. Ini terjadi pada hari ke- 14 dalam siklus menstruasi. Fase terakhir yaitu **fase luteal**, terbentuknya korpus luteum dalam ovarium. Fase ini terjadi pada hari ke-15 hingga hari ke- 28.

Bagaimana cara kerja untuk membuat grafik?

1. Gunakan rancangan grafik di bawah ini. Beri label pada sumbu X “hari” dan label pada sumbu Y “level hormon”. Bagilah sumbu Y menjadi lima bagian. Sepanjang sumbu X beri angka 1 hingga 28 (atau beri label hari ke- 7, hari ke- 14, hari ke- 21, dan hari ke- 28). Hari ke- 14 terletak di tengah.

Judul grafik:.....



2. Beri judul grafik “ Variasi Hormon Selama Siklus Menstruasi”. Kamu akan memplot atau menggambar kecenderungan level grafik dari hormon estrogen, **progesteron**, **FSH** (*follicle stimulating hormone*), dan **LH** (*leuteinizing hormone*).
3. Kamu akan memulai menggambar grafik perubahan hormon estrogen selama 28 hari siklus menstruasi. Gunakan pensil warna hijau (jika ada) untuk menunjukkan level **hormon estrogen** pada grafik. Mulai garis grafik dari bagian seperlima bawah dari sumbu Y. Estrogen meningkat secara bertahap hingga ia hampir menjadi empat kali dari level awal sekitar hari ke- 12 atau ke- 13. Kemudian level estrogen menurun drastis menjadi dua kali lipat dari level awal pada hari ke- 14 atau ke- 15. Selanjutnya estrogen kembali naik menjadi tiga kali lipat dari level awal dan mencapai puncaknya pada hari-21. Selanjutnya level estrogen turun menjadi seperti level awal pada hari ke- 28. Meningkatnya level hormon estrogen menyebabkan kelenjar pituitari atau kelenjar hipofisis (terletak di otak bagian depan) mengurangi produksi hormon FSH (*follicle stimulating hormone*) akibatnya folikel kedua tidak mengalami pematangan. Selain itu, estrogen bertanggung jawab untuk penebalan dinding uterus. Peningkatan estrogen juga menyebabkan peningkatan hormon LH (*leuteinizing hormone*) secara drastis.
4. Selanjutnya, gunakan pensil warna biru (jika ada) untuk menggambar garis yang mengindikasikan level **hormon FSH** selama siklus menstruasi. Level FSH dimulai dari dua kali lipat dari level estrogen awal. Selanjutnya FSH mulai meningkat untuk memicu perkembangan folikel dalam ovarium hingga hari ke-

- 3, lalu mulai menurun pada hari ke- 4 hingga levelnya sama dengan level awal pada hari ke- 11. Selanjutnya FSH meningkat drastis dua kali lipat pada hari ke- 12, lalu menurun sedikit demi sedikit hingga menjadi setengah dari level awal pada hari ke- 22. Selanjutnya naik kembali menjadi satu setengah dari level awal.
- Gunakan pensil warna kuning (jika ada) untuk menggambar garis grafik yang mengindikasikan level **hormon LH** selama siklus menstruasi. Level LH dimulai sedikit di bawah FSH, lalu meningkat sedikit demi sedikit menjadi satu setengah pada hari ke- 11. Level LH meningkat drastis menjadi empat hingga lima kali pada hari ke- 13. Dua hari berikutnya level LH menjadi seperti awal. Selanjutnya level LH naik menjadi dua kali lipat pada hari ke- 21 kemudian menurun seperti level awal pada hari ke- 28.
 - Terakhir, gunakan pensil merah (jika ada) untuk menggambar grafik yang mengindikasikan **hormon progesteron** selama siklus menstruasi. Level progesteron dimulai dari setengah dari level hormon estrogen hingga hari ke-12. Lalu meningkat menjadi delapan kali level awal pada hari ke-22, selanjutnya kembali turun menjadi seperti level awal pada hari ke-28.
 - Pada sumbu X, beri label fase menstruasi pada hari ke-1 hingga ke-5, fase poliferasi pada hari ke-5 hingga hari ke-13, fase ovulasi pada hari ke-14, fase luteal pada hari ke-15 hingga hari ke-28.

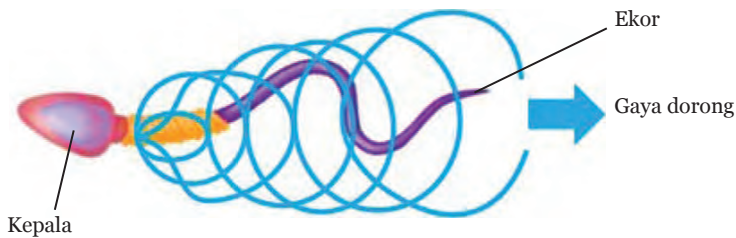
6. Fertilisasi dan Kehamilan

Padabagiansebelumnya,kamutelahmempelajaritentangterjadinya siklus menstruasi. Masih ingatkah kamu mengapa menstruasi dapat terjadi? Menstruasi dapat terjadi apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopi* tidak dibuahi oleh sel sperma. Lalu, bagaimanakah apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopi* dibuahi oleh sperma? Tahukah kamu bagaimanakah fertilisasi dan kehamilan terjadi?

Apabila ada sel sperma yang masuk ke dalam saluran reproduksi perempuan, sel sperma tersebut akan bergerak menuju sel telur. Apabila telah bertemu dengan sel telur, bagian kepala sperma akan masuk ke dalam sel telur dan meninggalkan bagian ekornya di luar sel telur. Proses inilah yang mengawali terjadinya **fertilisasi**. Fertilisasi

merupakan proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot. Proses fertilisasi ini terjadi di dalam *tuba fallopi*.

Tahukah kamu bagaimana sel sperma bergerak menuju sel telur? Sel sperma menggunakan flagela yang bergerak memutar sebagai baling-baling untuk menggerakkan tubuh dalam cairan yang ada pada *tuba fallopi* untuk menuju ke sel telur. Gerakan flagela ini dapat dianalogikan dengan baling-baling untuk mendorong perahu. Agar kamu dapat memahami mekanisme pergerakan sperma, perhatikan Gambar 1.10.

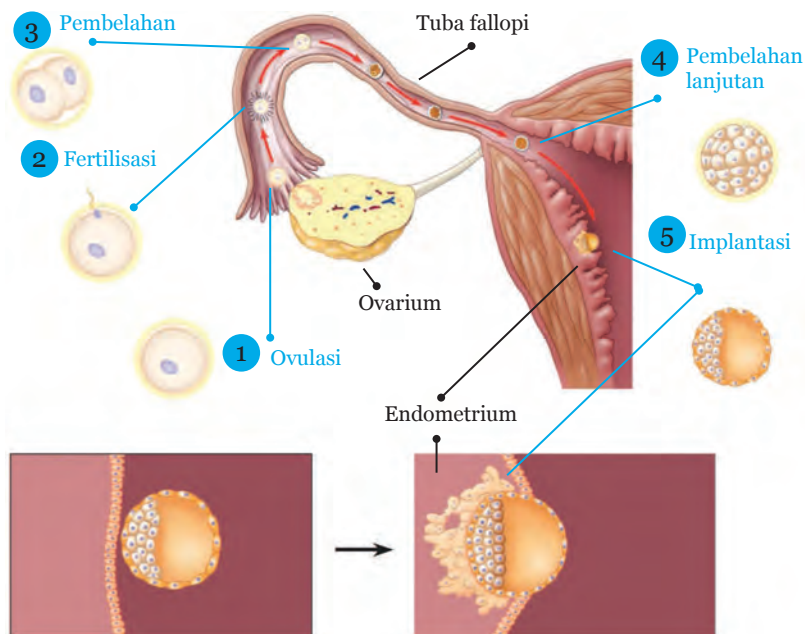


Sumber: Campbell dkk., 2008.

Gambar 1.10 Skema Pergerakan Flagela sel Sperma

Bagaimana sperma dapat menemukan lokasi sel telur? Ada beberapa mekanisme sel sperma dapat menemui sel telur. Sel sperma dapat menemukan lokasi sel telur karena sel telur menghasilkan senyawa kimia berupa hormon progesteron. Selain itu, juga karena adanya sensor panas (suhu *tuba fallopi* atau tempat sel telur berada, lebih tinggi dibandingkan suhu tempat penyimpanan sperma). Ayo kita renungkan, betapa hebat Tuhan kita yang telah mendesain mekanisme pergerakan sel sperma tersebut sehingga dapat menemukan lokasi sel telur dengan tepat.

Zigot yang terbentuk setelah terjadinya fertilisasi akan melakukan pembelahan, selanjutnya berkembang menjadi embrio yang akan menuju ke rahim kemudian tertanam (implantasi) ke dalam endometrium. Pada kondisi ini seseorang mengalami kehamilan. Agar kamu dapat dengan mudah memahami proses fertilisasi dan implantasi, perhatikanlah Gambar 1.11!

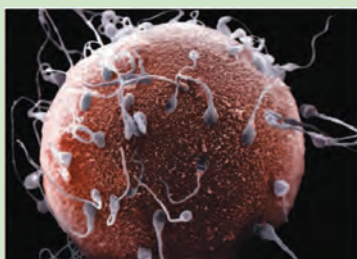


Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 1.11 Skema Proses Fertilisasi Hingga Implantasi



Tahukah Kamu?



Sumber: Campbell dkk., 2008



Gambar 1.12

Jutaan Sel Sperma
Mengerumuni Sel Telur

Dari jutaan sel sperma yang masuk ke saluran reproduksi perempuan, hanya satu sel sperma yang dapat membuahi sel telur. Mengapa demikian? Setelah salah satu sel sperma memasuki membran sel telur maka secara langsung sel telur akan membentuk benteng yang tidak dapat dilewati oleh sperma lainnya. Ayo kita renungkan, betapa hebat Tuhan Yang Maha Esa mendesain proses fertilisasi ini.

Tahukah kamu bagaimana perkembangan embrio selama dalam kandungan? Perkembangan embrio dalam kandungan dapat dibagi menjadi beberapa periode. Pada buku ini kamu akan mempelajari perkembangan embrio dalam tiga periode atau trimester.

Tabel 1.3 Tahap Perkembangan Embrio

Periode Perkembangan	Gambar	Kondisi Janin
<p>Trimester Pertama</p> <ul style="list-style-type: none"> • Periode terbentuknya hampir semua organ tubuh. • Janin sangat rentan terhadap radiasi, obat, atau alkohol. Oleh karena itu, ibu hamil harus memilih nutrisi yang baik dan menjauhi kebiasaan buruk, seperti merokok dan minum minuman beralkohol, agar janin yang dikandungnya tidak mengalami kecacatan atau gangguan kesehatan lainnya. 	<div style="text-align: center;">  <p>(a)</p>  <p>(b)</p> </div> <p>Sumber: Campbell dkk., 2008 Gambar 1.13 (a) Embrio 5 minggu (b) Embrio menjadi Janin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran embrio ± 7 mm. • Embrio telah memiliki bakal tulang belakang. • Otak dan sumsum tulang belakang mulai terbentuk. <ul style="list-style-type: none"> • Embrio sudah dapat disebut sebagai janin. • Janin terlekat pada tali pusar yang terhubung dengan plasenta dan terlindungi oleh kantung amnion (kantung ketuban). • Janin terlihat menyerupai manusia. • Janin berukuran $\pm 5,5$ cm. • Otot, tulang belakang, tulang rusuk, lengan dan jari sudah mulai terbentuk. • Janin sudah dapat menggerakkan lengan dan kaki, memutar kepala. <p>Pada akhir trimester pertama ini janin terlihat seperti miniatur manusia, jenis kelamin biasanya sudah tampak, dan detak jantung dapat dideteksi.</p>

Periode Perkembangan	Gambar	Kondisi Janin
<p>Trimester Kedua</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perkembangan utama janin yaitu pembesaran ukuran janin dan perbaikan struktur menjadi lebih detail. • Tidak ada perkembangan mendasar seperti pada trimester pertama. 	 <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>Sumber: Campbell dkk., 2008 Gambar 1.14 (a) Janin 4 minggu (b) Janin 20 minggu</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Janin berukuran 19 cm. • Berat badan 0,5 kg. • Janin telah terlihat seperti bayi. • Jari tangan dan jari kaki sudah terbentuk. Pada bagian ujung jari sudah tumbuh kuku. • Janin telah memiliki alis dan bulu mata. • Permukaan kulit ditumbuhi oleh rambut. • Janin mulai bergerak aktif. <p>Pada akhir trimester ketiga ini, mata janin sudah membuka dan mulai terbentuk gigi.</p>
<p>Trimester Ketiga</p> <p>Terjadi pertumbuhan ukuran bayi yang sangat pesat untuk mendapatkan kekuatan dalam hidup dalam lingkungan luar.</p>	 <p>Sumber: Dokumen Kemdikbud Gambar 1.15 Bayi yang Baru Lahir</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem sirkulasi dan respirasi mengalami perubahan yang memungkinkan untuk bernapas dalam lingkungan luar. • Janin mengembangkan kemampuan untuk mengatur suhu tubuh sendiri. • Tulang mulai mengeras. • Otot mulai menebal. • Pada saat lahir ukuran bayi sekitar 50 cm dengan berat badan sekitar 2 – 3 kg.



Tahukah Kamu?

Ultrasonografi (USG) merupakan alat yang dapat digunakan sebagai pendeteksi kehamilan. Melalui alat ini akan dapat diketahui perkembangan janin di dalam kandungan ibu, posisi janin di dalam rahim, bahkan jenis kelamin dari calon bayi. Apabila kamu penasaran bagaimanakah penampakan dari embrio pada saat dilihat menggunakan USG, perhatikan Gambar 1.16!



(a)



(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.16 (a) Proses USG, (b) Hasil USG

Pada dasarnya, teknologi ultrasonografi adalah sebuah teknik diagnostik pencitraan menggunakan ultrasonik yang digunakan untuk mencitrakan organ internal untuk keperluan medis. Dalam bidang fisika istilah ultrasonik merupakan bunyi yang frekuensinya diatas kemampuan pendengaran manusia, yakni diatas 20.000 Hertz. Suara pada frekuensi ini akan dipancarkan pada tubuh janin yang akan menghasilkan gambaran mengenai kondisi bayi dalam kandungan.



Ayo, Kita Pahami

Tahukah kamu fungsi cairan ketuban (cairan amnion)? Ternyata cairan ketuban memiliki banyak fungsi.

- 1) Memberi ruang gerak.

Masih ingatkah kamu dengan sifat-sifat zat cair? Setiap zat cair akan memiliki bentuk sesuai dengan wadahnya, zat cair juga tidak dapat dimampatkan dan dapat menekan ke segala arah. Begitu juga cairan ketuban, cairan ketuban akan mengisi kantung ketuban lalu menekan kantung ke segala arah. Hal ini menyebabkan kantung ketuban mengembang. Cairan ketuban juga tidak dapat dimampatkan artinya ketika kantung ketuban tertekan maka volume kantung ketuban tidak dapat mengecil. Hal inilah yang menjadikan cairan ketuban dapat memberikan ruang gerak bagi janin selama berkembang.

2) Pelindung janin dari benturan.

Tahukah kamu bahwa setiap cairan memiliki kekentalan atau dikenal dengan viskositas? Viskositas ini disebabkan adanya gaya tarik menarik antar molekul cairan (gaya kohesi). Viskositas akan memperkecil resiko akibat adanya gesekan pada benda dalam cairan. Jadi, ketika ibu hamil bergerak dengan kecepatan tertentu lalu berhenti tiba-tiba maka janin akan mendapat perlindungan dari cairan ketuban, sehingga janin tidak terbentur pada dinding rahim.

3) Cadangan cairan dan nutrisi bagi janin.

Tahukah kamu bahwa cairan ketuban mengandung air, karbohidrat, protein, asam amino, peptida, lipid, laktat, piruvat, elektrolit, enzim, dan hormon? Dalam cairan ketuban terdapat glutamin (salah satu asam amino) yang merupakan bahan penting dalam pembentukan materi genetik (DNA dan RNA). Zat-zat tersebut dapat diserap oleh tubuh janin melalui kulit dengan menggunakan mekanisme transpor aktif maupun osmosis.

4) Menjadi inkubator atau pengatur suhu alami.

Tahukah kamu bahwa temperatur cairan ketuban biasanya sekitar $37,6^{\circ}\text{C}$. Temperatur ini lebih tinggi $0,5^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C}$ dari pada temperatur tubuh ibu. Zat-zat yang terdapat pada air ketuban yang berperan dalam pengaturan suhu ini.

5) Membantu proses kelahiran.

6) Sebagai pendeteksi kelainan keturunan (genetik) pada janin.



Ayo, Kita Selesaikan

- 1) Mengapa cairan ketuban (amnion) dapat membantu proses kelahiran? Petunjuk: kaitkan dengan gaya gesek antara bayi dan saluran reproduksi ibu.
- 2) Mengapa cairan ketuban berfungsi sebagai pendeteksi kelainan keturunan (genetik) pada janin. Petunjuk: coba kamu cari jawabannya dengan cara membaca buku di perpustakaan atau melalui internet dengan kata kunci “Amniosentesis”.



Ayo, Kita Cari Tahu

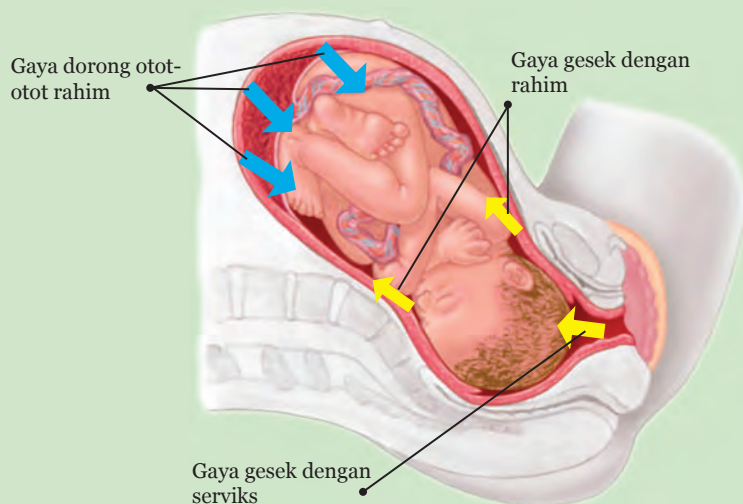
Berdasarkan penelitian terbaru, ternyata air ketuban juga mengandung anti bakteri. Kamu penasaran bukan? Kamu dapat mencari jawaban terkait masalah tersebut dengan bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, buku-buku di perpustakaan atau melalui internet. Selamat mencari!



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu bagaimana proses melahirkan? Proses melahirkan dipicu oleh tingginya level hormon estrogen. Tingginya kadar estrogen dalam darah memicu kepekaan uterus terhadap hormon oksitosin. Oksitosin dihasilkan oleh fetus (janin), oksitosin juga merangsang plasenta untuk menghasilkan hormon prostaglandin. Hormon oksitosin dan prostaglandin akan meningkatkan frekuensi kontraksi otot uterus, kekuatan kontraksi, dan durasi kontraksi hingga bayi lahir. Pada mulanya kontraksi terjadi selama 30 detik atau kurang dalam rentang waktu 25 hingga 30 menit. Pada saat puncaknya, kontraksi dapat terjadi selama 60 hingga 90 detik dan terjadi setiap 2 hingga 3 menit. Kontraksi

otot uterus dimulai dari otot bagian atas lalu menuju ke bawah, memberikan gaya dorong pada bayi untuk keluar melalui serviks. Gaya dorong ini semakin kuat saat kepala bayi mendorong dinding serviks. Hal ini terjadi karena, saat dinding serviks terdorong dan melebar, maka akan merangsang dihasilkannya hormon oksitosin. Meningkatnya hormon ini akan membuat kontraksi otot uterus semakin kuat, sehingga gaya dorong yang dihasilkan semakin besar.



Sumber: Reece dkk., 2012.

Gambar 1.17 Gaya Dorong dan Gaya Gesek yang Terjadi pada Saat Melahirkan

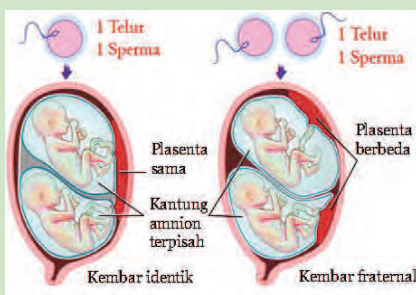
Selain gaya dorong terdapat pula gaya gesek antara bayi dengan cairan plasenta dan gaya gesek antara bayi dengan saluran serviks. Perhatikan Gambar 1.17! Panah berwarna biru menunjukkan arah gaya dorong, sementara panah warna kuning menunjukkan arah gaya gesek. Perlu kamu ketahui bahwa arah gaya gesek selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Pada proses kelahiran, arah gerak bayi yang mendesak keluar berlawanan dengan arah gaya gesek yang arahnya menuju ke dalam. Ketika bayi keluar dari serviks gaya gesek di saluran serviks akan semakin membesar karena kecilnya diameter serviks. Gaya gesek ini menahan gerakan bayi untuk keluar. Namun hormon oksitosin yang dihasilkan selama dinding serviks terdorong akan memperkecil gaya gesek tersebut. Selain adanya oksitosin, gaya gesek juga diperkecil dengan adanya cairan ketuban yang berperan sebagai pelumas atau pelicin ketika bayi keluar. Coba kita pikirkan betapa besar kuasa Tuhan Yang Maha Esa yang telah mengatur proses kelahiran sedemikian rupa

sehingga ibu dapat melahirkan kita ke dunia. Kita harus selalu bersyukur kepada Tuhan yang telah memberi kita kesempatan lahir dengan selamat dan dapat melihat dunia dan juga harus selalu berbakti kepada ibu yang dengan susah payah berjuang untuk melahirkan kita.



Tahukah Kamu?

Pada umumnya seorang perempuan mengeluarkan satu sel telur setiap bulannya. Namun pada beberapa kasus, perempuan dapat mengeluarkan lebih dari satu sel telur dalam satu bulan. Jika setiap sel telur yang dikeluarkan tersebut dapat dibuahi dengan baik oleh sperma, maka setiap sel telur akan berkembang menjadi embrio. Setelah terjadi pembuahan, masing-masing zigot akan mengalami pembelahan, kemudian hidup di dua kantung ketuban yang berbeda. Meskipun demikian, janin memiliki plasenta dan tali pusat sendiri-sendiri. Kembar ini disebut dengan kembar dizigot. Kembar dizigot biasanya tidak memiliki wajah mirip, tampak seperti kakak-adik seumur saja, jenis kelaminnya dapat sama atau berbeda.



(a)



(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud.

Gambar 1.18 (a) Peristiwa Kembar Dizigot dan Monozigot (b) Bayi Kembar

Berbeda halnya jika bayi kembar berasal dari satu sel telur dan satu sperma. Kembar ini terjadi jika setelah terjadi proses fertilisasi, zigot mengalami pembelahan, sehingga terbentuklah dua atau

bisa juga lebih dari dua embrio. Embrio tersebut tumbuh dan berkembang dengan satu kantung plasenta. Seperti kembar dizigot, embrio ini memiliki kantung ketuban dan tali pusat sendiri-sendiri. Kembar ini disebut kembar monozigot.

Kembar monozigot atau dikenal dengan kembar identik biasanya berjenis kelamin sama, memiliki wajah yang sulit dibedakan dan mengandung materi genetik sama. Selain itu, ada juga yang disebut dengan bayi kembar siam, yaitu keadaan dua bayi kembar dilahirkan dalam keadaan bagian tubuh tertentu yang menyatu. Bayi kembar siam termasuk dalam jenis kembar monozigot. Kembar siam bermula ketika sel telur yang telah dibuahi oleh sperma mengalami pembelahan, namun pembelahan tersebut tidak sempurna. Terjadinya pelekatan pada bayi kembar siam dikarenakan adanya sel bakal organ yang tidak membelah sempurna. Pembelahan yang tidak sempurna tersebut dapat terjadi pada organ bagian ektoderm (kulit, hidung, telinga), mesoderm (otot, tulang, saraf), atau endoderm (jantung, paru-paru, hati, otak). Kebanyakan kembar dempet terjadi pada bagian dada, perut, kepala, dan panggul.

C. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia dan Upaya Pencegahannya

Ayo, Kita Pelajari



- Penyakit pada sistem reproduksi
- Upaya pencegahan penyakit sistem reproduksi



Istilah Penting

- Dekomposer *gonorrhoeae*
- Gonorrhoe *Treponema pallidum*
- Sifilis *HIV*
- Herpes *AIDS*
- *Neisseria*

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana menjaga sistem reproduksi agar terhindar dari berbagai penyakit yang berbahaya dan memberi pengetahuan agar kamu terhindar dari gaya hidup seks bebas.

1. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Sistem reproduksi sangat rawan terhadap kelainan dan penyakit. Kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, maupun virus. Kelainan dan penyakit ini dapat ditularkan dari orang tua (yang terinfeksi) kepada anaknya, akibat

transfusi darah yang terinfeksi, ditularkan akibat gaya hidup yang tidak baik seperti gaya hidup seks bebas dan menggunakan jarum suntik untuk obat terlarang atau narkoba. Oleh karena itu ayo kita hindari gaya hidup seks bebas dan hindari mengonsumsi obat-obatan terlarang (narkoba). *Say no to drug!* Berikut ini akan dibahas beberapa kelainan dan penyakit yang dapat terjadi pada sistem reproduksi manusia.

1) Gonorrhoe (GO)

Penyakit Gonorrhoe disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Gejala penyakit ini adalah rasa sakit dan keluar nanah pada saat kencing, serta keputihan berwarna kuning hijau pada wanita. Penyakit ini dapat menyebabkan kebutaan pada bayi yang baru lahir.

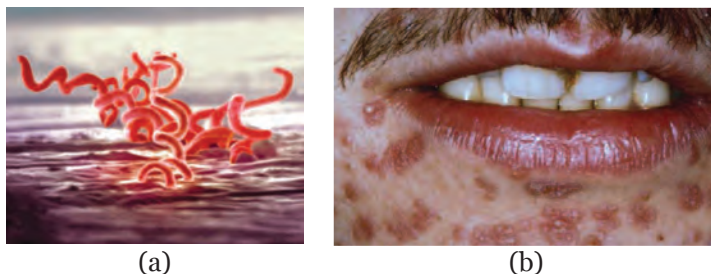


Sumber: (a) www.microfemunr.com.ar, (b) medicaresab.com

Gambar 1.19 (a) Bakteri *Neisseria gonorrhoeae*, (b) Kerusakan Mata pada Penderita GO

2) Sifilis (Raja Singa)

Sifilis adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*. Gejala awal penyakit ini adalah luka pada tempat masuknya bakteri ke dalam tubuh, biasanya pada daerah sekitar kelamin. Penyakit ini dapat menyebar dan menyerang organ-organ tubuh lainnya, kemudian menimbulkan kerusakan pada organ tersebut.

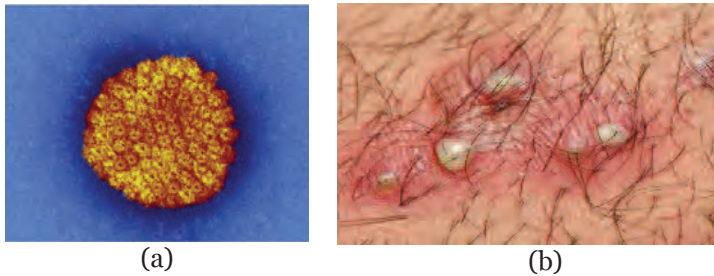


Sumber: (a) www.jornallivre.com.br, (b) www.glogster.com

Gambar 1.20 (a) Bakteri *Treponema pallidum*, (b) Gejala Penyakit pada Wajah Penderita Sifilis

3) Herpes Simplex Genitalis

Penyakit herpes simplex genitalis disebabkan oleh virus *Herpes simplex* tipe II, yang menyerang kulit di daerah genitalia luar, anus, dan vagina. Gejala penyakit ini berupa gatal-gatal, pedih, dan kemerahan pada kulit di daerah kelamin. Pada daerah tersebut kemudian timbul beberapa lepuh kecil-kecil, selanjutnya lepuh menjadi pecah dan menimbulkan luka. Penyakit herpes sulit sekali sembuh dan sering kambuh setelah beberapa bulan atau tahun.



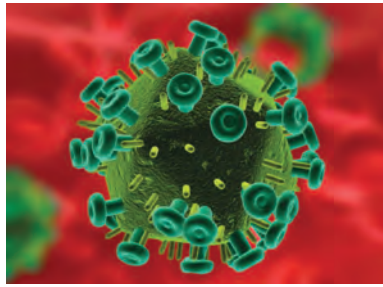
Sumber: (a) consults.blogs.nytimes.com, (b) www.bestonlinemd.com

Gambar 1.21 (a) Virus *herpes simplex*, (b) Gejala Penyakit Herpes pada Kulit Terutama pada Alat Kelamin

4) HIV/ AIDS

Penyakit AIDS adalah penyakit yang disebabkan oleh virus HIV (*Human Immune Deficiency Virus*) yang menyerang sistem imunitas atau kekebalan tubuh penderita. Saat ini penyakit yang disebabkan oleh virus HIV ini lebih dikenal dengan istilah AIDS (*Acquired Immuno Deficiency Syndrome*). Saat ini belum ditemukan vaksin pencegahannya dan belum ada obat yang betul-betul dapat diandalkan.

Seseorang yang terinfeksi HIV, sistem kekebalan tubuhnya akan semakin menurun. Dalam kurun waktu 5-7 tahun penderita nampaknya seperti orang sehat, belum memperlihatkan gejala. Fase selanjutnya AIDS baru dapat terdiagnosis setelah kekebalan tubuh sangat berkurang dan timbul penyakit tertentu seperti TBC, pneumonia, herpes, saraf terganggu, dan lain lain. Namun sebagai catatan tidak semua orang yang mengidap penyakit tersebut di atas pasti menderita AIDS. Fase ini berlangsung 3-6 bulan. Untuk memastikan apakah seseorang positif AIDS atau tidak, harus dilakukan pemeriksaan banyaknya sel T (salah satu sel darah putih yang berperan dalam imunitas) di laboratorium.



(a)



(b)

Sumber: (a) www.grad.uiowa.edu, (b) topnews.in

Gambar 1.22 Virus HIV, (b) Penderita HIV/AIDS

3) Keputihan

Keputihan yaitu penyakit kelamin yang terjadi pada perempuan dengan ciri-ciri terdapat cairan berwarna putih kekuningan atau putih keabu-abuan pada bagian vagina. Cairan tersebut bersifat encer maupun kental, berbau tidak sedap dan bisa menyebabkan rasa gatal pada vagina. Penyakit ini bisa diakibatkan oleh infeksi jamur *Candida albicans*, bakteri, virus dan parasit. Penyakit ini dapat terjadi apabila kebersihan bagian vagina dan sekitarnya kurang dijaga dengan baik.



Sumber: doctorfungus.org

Gambar 1.23 Jamur *Candida albicans*

4) Epididimitis

Penyakit ini terjadi pada pria. Epididimitis adalah peradangan pada saluran epididimis yang disebabkan oleh infeksi atau karena terkena penyakit menular seksual. Penyakit ini ditandai dengan rasa nyeri disertai pembengkakan pada salah satu testis. Salah satu penyebab terjadinya penyakit ini adalah perilaku seks bebas.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.3 Studi Lapangan tentang Penyakit pada Sistem Reproduksi

Apa yang kita perlukan?

1. Alat tulis
2. Buku daftar pertanyaan
3. Kamera

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Ayo kita buat kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Buatlah daftar pertanyaan yang akan kamu ajukan kepada para petugas kesehatan tentang penyakit pada sistem reproduksi! Diskusikan dengan guru untuk membantu menyusun pertanyaan tersebut.
3. Bersama anggota kelompokmu kunjungilah pusat-pusat kesehatan seperti Puskesmas, rumah sakit atau tempat praktik dokter untuk mencari tahu tentang penyakit pada sistem reproduksi manusia.

Bersikaplah sopan dan santun ketika kamu bertanya kepada petugas kesehatan!

4. Susunlah hasil wawancara yang kamu lakukan dalam bentuk laporan, jika memungkinkan lengkapi laporanmu dengan foto atau video yang diambil saat studi lapangan!

2. Upaya Pencegahan Penyakit Sistem Reproduksi Manusia

Sistem reproduksi pada manusia harus dijaga sebaik-baiknya. Selain untuk kesehatan, hal ini dilakukan sebagai salah satu cara kita mengagungkan ciptaan Tuhan. Penyakit pada sistem reproduksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah

kurang menjaga kebersihan organ reproduksi. Apabila kebersihan organ reproduksi kurang dijaga, akan dapat terjangkit oleh penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri ataupun parasit. Nah, berikut ini ada beberapa upaya untuk mencegah terjangkitnya penyakit yang disebabkan oleh infeksi jamur, bakteri ataupun parasit.

- a. Menggunakan celana dalam yang berbahan katun dan bertesktur lembut. Hindari bahan yang bersifat panas, kurang menyerap keringat dan berbahan ketat (misalnya jeans).
- b. Biasakan membilas dengan bersih organ reproduksi setiap selesai buang air kecil maupun buang air besar. Selanjutnya, keringkan sisa air yang masih menempel di kulit dengan menggunakan tissue atau handuk hingga benar-benar kering. Ini akan dapat mengurangi resiko terjadinya infeksi oleh jamur pada bagian organ reproduksi.
- c. Mengganti celana dalam minimal 2 – 3 kali sehari.
- d. Memotong rambut yang ada di daerah organ reproduksi apabila sudah panjang, karena apabila terlalu panjang akan menjadi sarang kuman.
- e. Bagi kamu yang perempuan, apabila sedang mengalami menstruasi, gantilah pembalut sesering mungkin. Pada saat aliran darah banyak, kamu dapat menggantinya minimal 5-6 jam sekali. Darah yang tertampung pada pembalut bisa menjadi media tumbuhnya kuman penyebab infeksi.
- f. Bagi kamu yang perempuan, hindari menggunakan sabun pembersih daerah kewanitaan dan patyliner secara terus menerus. Penggunaan sabun pembersih daerah kewanitaan akan mengubah pH vagina dan akan membunuh bakteri baik (flora normal) dalam vagina, yang selanjutnya akan memicu tumbuhnya jamur.
- g. Rajin berolahraga dan banyak mengonsumsi buah dan sayur. Selain bermanfaat bagi kesehatan, juga dapat mencegah terjadinya infeksi organ reproduksi oleh jamur.

Faktor selanjutnya adalah perilaku seks bebas dan penggunaan narkoba. Walaupun ada juga yang disebabkan oleh transfusi darah yang sudah terinfeksi penyakit atau melalui proses kehamilan dan kelahiran. Agar kamu dapat mencegah terjadinya penyakit pada sistem reproduksi yang disebabkan oleh faktor tersebut, kamu harus dapat menjaga pergaulan dan memilih gaya hidup yang sehat agar tidak terjebak pada seks bebas. Selain itu, gunakan internet secara arif dan bijaksana,

dengan tidak mengakses situs-situs yang menyediakan gambar atau film porno, yang secara pelan tapi pasti akan mendorong kamu pada kehidupan seks bebas yang sangat rentan dengan penularan penyakit seksual. Hal lain yang dapat kamu lakukan adalah menjauhkan diri dari pergaulan dengan narkoba, karena ini merupakan cara lainnya yang dapat menjadikan kamu penderita penyakit seksual. Gunakan waktu luangmu untuk menyalurkan hobi atau kegiatan yang positif sehingga kamu dapat lebih berprestasi dan terhindar dari pergaulan yang tidak sehat.

Kamu juga dapat melakukan eksplorasi berbagai jenis penyakit pada sistem reproduksi serta penyebab dan upaya pencegahan yang dapat dilakukan sejak dini. Kegiatan ini dapat kamu lakukan dengan bimbingan guru IPA di sekolah. Kunjungi seminar-seminar kesehatan yang membahas masalah kesehatan reproduksi remaja untuk mendapat informasi yang tepat dan sesuai. Tidak menutup kemungkinan kamu juga bisa mengadakan acara diskusi kesehatan reproduksi dengan mengundang para dokter atau narasumber yang memahami tentang HIV/AIDS. Sumber utama yang dapat digunakan adalah dokter, orang tua dan anggota keluarga yang lain. Banyaklah bertanya mengenai cara menjaga organ reproduksi dari serangan penyakit. Hal ini dapat menghindari kamu dari sumber informasi yang salah, misalnya informasi dari dunia maya yang belum tentu semuanya layak dikonsumsi oleh anak-anak seusia kamu.



Ayo, Kita Renungkan

Belajar mengenai sistem reproduksi pada makhluk hidup sama halnya seperti melihat sebagian dari perjalanan siklus hidup kita. Tidak semua proses reproduksi dapat kita amati secara langsung. Selama ini kita hanya mengetahui bahwa setiap organisme secara alami menghasilkan keturunan baru untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Namun, kita tidak tahu persis tahapan proses untuk menghasilkan keturunan tersebut. Proses reproduksi manusia untuk menghasilkan keturunan, bukanlah proses yang sederhana. Begitu banyak faktor yang terlibat dalam proses ini, misalnya proses pembentukan sperma dan ovum, kondisi tempat pertemuan antara sperma dan ovum, dan kondisi tempat serta pertumbuhan embrio di dalam rahim ibu sebelum bayi dilahirkan.

Sebagai makhluk hidup yang diberi kesempatan untuk berada di dunia ini, Tuhan juga memberi kita tanggung jawab untuk mempertahankan keberadaan kita di dunia. Oleh karena itu, sudah seharusnya manusia berusaha menghasilkan keturunan yang sehat dan cerdas sesuai norma-norma yang berlaku. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga organ reproduksi tetap sehat. Hal lain yang dapat dilakukan adalah menjaga pergaulan dengan baik sesuai aturan agama dan moral juga menjaga diri agar terhindar dari penyakit pada sistem reproduksi, yang saat ini dapat mengancam siapa saja.



Info Tokoh


1561-1626 M

Ar-Razi



Seorang dokter dan guru besar dalam ilmu kedokteran di Eropa. Beliau mengembangkan penelitian tentang penyakit pada wanita dan kebidanan.


980 M - 1037 M

Ibnu Sina



Beliau mengetahui masalah kemandulan, menjelaskan tentang demam yang diakibatkan oleh nifas, aborsi, kanker yang berserabut, dan tertutupnya saluran pada alat kelamin wanita.


1903 - 1967

Gregory Pincus



Ilmuwan pertama yang menemukan envoid (pil pertama pencegah kehamilan)



Rangkuman

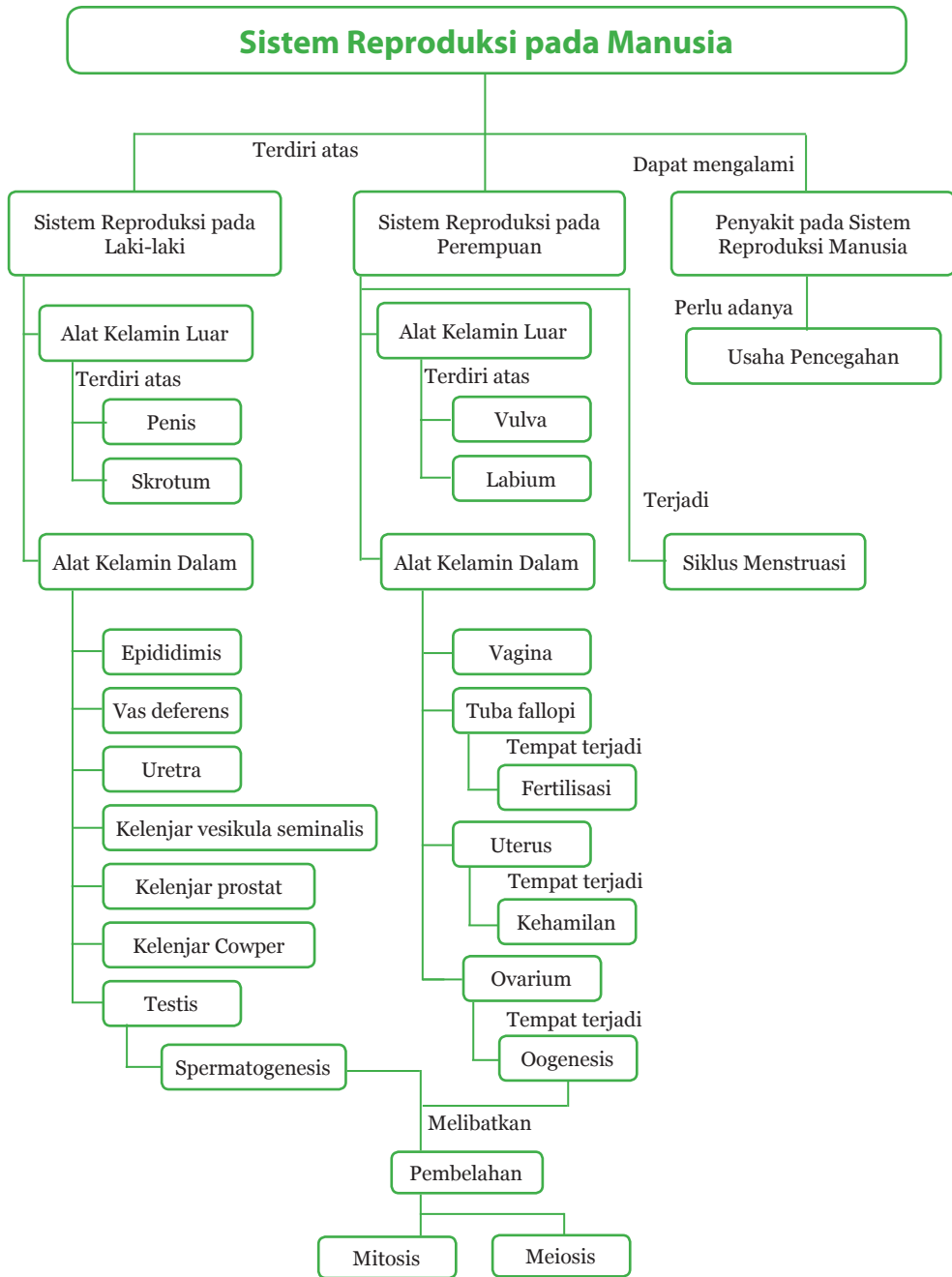
- Pembelahan mitosis merupakan tipe pembelahan sel yang menghasilkan 2 sel anakan yang mempunyai karakter sama dengan sel induk. Jumlah kromosom yang dimiliki oleh sel anakan adalah $2n$ atau disebut dengan diploid.
- Tahapan pada pembelahan mitosis yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase.
- Pembelahan meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan 4 sel anakan yang memiliki kromosom haploid (n) yang berasal dari sel induk diploid ($2n$).
- Pembelahan meiosis berlangsung dalam dua tingkat yaitu, meiosis I dan meiosis II. Tahapan pembelahan pada meiosis I yaitu, profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I. Tahapan pembelahan pada meiosis II yaitu, profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II.
- Sistem reproduksi pada laki-laki tersusun atas penis dan skrotum yang termasuk alat kelamin luar; testis, epididimis, vas deferens, uretra, kelenjar vesikula seminalis, kelenjar prostat dan kelenjar cowper yang termasuk alat kelamin dalam.
- Spermatogenesis merupakan proses pembentukan sperma yang terjadi di dalam tubulus seminiferus. Kumpulan tubulus inilah yang membentuk testis.
- Proses pembentukan sperma bermula dari sel induk sperma atau spermatogonium yang bersifat diploid ($2n$). Selanjutnya, sel spermatogonium mengalami pembelahan secara mitosis maupun meiosis dan mengalami diferensiasi atau perkembangan sehingga terbentuk sel sperma atau spermatozoa yang memiliki ekor dan bersifat haploid (n).
- Sistem reproduksi pada perempuan tersusun atas vagina yang merupakan alat kelamin luar; ovarium, saluran telur, infundibulum, rahim, dan servik yang merupakan alat kelamin dalam.
- Oogenesis merupakan proses pembentukan sel kelamin perempuan (ovum) yang terjadi di dalam ovarium.
- Oogenesis dimulai pada saat seorang wanita berada dalam kandungan. Sel primordial akan membelah secara mitosis membentuk oogonium atau sel induk telur yang bersifat diploid

(2n). Selanjutnya, akan terjadi pembelahan secara bertahap baik pembelahan mitosis maupun meiosis. Pada akhir peristiwa oogenesis, dari satu sel induk telur (oogonium) akan dihasilkan satu sel telur (ovum) yang bersifat haploid (n) dan tiga badan polar.

- Menstruasi terjadi apabila sel telur tidak dibuahi oleh sel sperma.
- Fertilisasi terjadi apabila sel telur dibuahi oleh sel sperma. Setelah terjadi fertilisasi, zigot yang terbentuk akan melakukan pembelahan dan berkembang menjadi embrio yang selanjutnya tertanam ke dalam endometrium, pada kondisi ini seseorang mengalami kehamilan.
- Penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi manusia antara lain Gonorrhoe, Sifilis, Herpes Simplex Genitalis, HIV/ AIDS, Keputihan, dan Epididimitis.



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. Bagian testis yang berperan dalam produksi sperma dan hormon testosteron disebut....
 - a. tubulus seminiferus
 - b. epididimis
 - c. vesikula seminalis
 - d. vas deferens
2. Pasangan antara bagian alat reproduksi laki-laki dan fungsinya berikut ini benar, *kecuali*...
 - a. skrotum berfungsi sebagai pembungkus testis
 - b. tubulus seminiferus berfungsi sebagai tempat produksi sperma
 - c. vas deferens berfungsi sebagai tempat pematangan sperma
 - d. uretra berfungsi sebagai saluran tempat keluarnya sperma
3. Pernyataan yang benar terkait dengan jumlah kromosom spermatogonium dan spermatozoa adalah....
 - a. spermatogonium bersifat diploid, spermatozoa bersifat haploid
 - b. spermatogonium bersifat haploid, spermatozoa bersifat diploid
 - c. spermatogonium bersifat diploid, spermatozoa bersifat bersifat diploid
 - d. spermatogonium bersifat haploid, spermatozoa bersifat bersifat haploid
4. Ovarium adalah tempat terjadinya....
 - a. fertilisasi
 - b. implantasi
 - c. perkembangan bayi
 - d. pematangan ovum
5. Pernyataan yang benar mengenai oogenesis adalah....
 - a. oogenesis dimulai sejak bayi dilahirkan
 - b. ketika bayi perempuan lahir proses pembentukan sel telur sampai pada fase pembentukan oosit primer

- c. badan polar merupakan hasil pembelahan oosit sekunder secara meiosis
 - d. hasil akhir oogenesis adalah satu ovum dan tiga badan polar
6. Tahap oogenesis pada bayi perempuan yang baru lahir telah sampai pada fase....
 - a. oogonium
 - b. oosit primer
 - c. oosit sekunder
 - d. ootid
 7. Hormon yang memicu berkembangnya folikel dan penebalan dinding rahim secara berturut-turut adalah....
 - a. FSH dan progesteron
 - b. LH dan FSH
 - c. LH dan estrogen
 - d. estrogen dan progesteron
 8. Berikut ini yang langsung terbentuk setelah proses fertilisasi adalah....
 - a. sel telur
 - b. sel sperma
 - c. zigot
 - d. embrio
 9. Pada siklus menstruasi apabila fertilisasi tidak terjadi maka akan terjadi peristiwa berikut, *kecuali*...
 - a. kehamilan
 - b. estrogen dan progesteron menurun
 - c. dinding rahim akan luruh
 - d. menstruasi
 10. Terdapat ciri penyakit sebagai berikut:
 1. Gejala awal berupa borok pada tempat masuknya bakteri
 2. Biasanya menyerang daerah sekitar kelamin
 3. Disebabkan oleh *Treponema pallidum*
 Ciri-ciri penyakit di atas dimiliki oleh orang yang menderita penyakit....
 - a. Gonorhea
 - b. Herpes Simplex Genitalis
 - c. Sifilis
 - d. HIV/AIDS

B. Uraian

1. Jelaskan proses terjadinya menstruasi dan hormon yang berperan!
2. Uterus atau rahim merupakan bagian dari sistem reproduksi pada mamalia. Sebutkan salah satu fungsi uterus.
3. Bagaimanakah cara penularan HIV/AIDS? Jelaskan pula cara pencegahan agar tidak tertular HIV/AIDS!
4. Pada proses fertilisasi, telur dapat dicapai oleh lebih dari satu sperma, namun secara normal hanya satu yang berfusi dengan membran plasma sel telur, dan selanjutnya inti haploid dari sperma dan telur berfusi membentuk satu inti yang diploid. Peristiwa dimana hanya satu sperma yang mampu membuahi sel telur disebut monospermi. Bila satu sel telur dibuahi oleh lebih dari satu sperma disebut polispermi. Polispermi menyebabkan terbentuknya sel-sel triploid dan menyebabkan perkembangan embrio menjadi terhenti. Sel telur memiliki cara untuk mencegah terjadinya polispermi melalui perubahan muatan listrik. Jelaskan mekanisme tersebut!
5. Saat ovum mengalami pembuahan, zigot yang dihasilkan akan berkembang dan menempel pada dinding endotarium yang sudah menebal. Oleh karena itu, ketebalan endotarium harus dipertahankan selama kehamilan. Jelaskan mekanisme hormonal untuk mempertebal dan mempertahankan ketebalan dinding endometrium! Buat grafik hubungan hormon FSH dengan ketebalan endometrium!



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Membuat Poster Pencegahan Penyakit Seksual

Tentu kamu tidak ingin ada teman atau keluargamu yang terkena penyakit atau kelainan pada sistem reproduksinya bukan? Oleh karena itu ayo secara berkelompok buatlah poster tentang upaya pencegahan penularan penyakit seksual! Jika telah selesai, presentasikan hasilnya di depan kelas!

Gunakan ide-ide kreatifmu pada saat kamu menyusun poster. Selain itu, jangan lupa bekerjasama dengan teman satu kelompokmu selama kamu menyelesaikan proyek ini.

Bab 2 Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan



Tahukah kamu bahwa ribuan ikan di laut ditangkap dan ratusan ton sayuran dipanen untuk dikonsumsi? Pernahkah kamu berpikir bahwa apabila sumber daya alam hayati terus menerus digunakan dapat mengalami kepunahan? Bagaimana agar sumber daya alam berupa hewan dan tumbuhan tidak punah?

Hewan dan tumbuhan merupakan sumber daya alam terbarukan yang dapat terus dilestarikan melalui upaya reproduksi atau reproduksi. Reproduksi hewan dan tumbuhan dapat dilakukan melalui dua cara yaitu reproduksi seksual dan aseksual. Supaya dapat memahami lebih lanjut tentang reproduksi hewan dan tumbuhan, ayo semangat mempelajari bab ini!

Maha Besar Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan berbagai jenis makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan di Indonesia ini, sehingga kita merasakan indahnya kekayaan alam negara kita. Di negara kita, terdapat beragam jenis hewan dan tumbuhan. Apa saja jenis hewan yang ada di Indonesia? Apa saja jenis tumbuhan yang ada di Indonesia?

Terdapat berbagai macam ikan laut dan ikan air tawar, sapi, harimau, gajah, anoa, tapir, berbagai macam burung, aneka ragam kupu-kupu dan berbagai jenis hewan lain. Indonesia juga memiliki berbagai jenis tumbuhan yang asli dari Indonesia dan tumbuhan dari wilayah lain yang dapat tumbuh di Indonesia, misalnya anggrek, melati dan lain sebagainya. Agar keberadaan hewan dan tumbuhan tetap lestari dan tidak punah diperlukan kemampuan untuk melakukan reproduksi, mampu beradaptasi dan lolos dari seleksi alam.



(a)



(b)



(c)



(d)

Sumber: (a) www.biolib.cz, (b) hype.my, (c) flickr.com, dan (d) selingkar.com

Gambar 2.1 (a) Anoa, (b) Tapir, (c) Anggrek Bulan, (d) Bunga Melati

Masih ingatkah kamu tentang materi reproduksi makhluk hidup yang kamu pelajari di Sekolah Dasar? Apa saja macam reproduksi yang kamu ingat? Coba ingat pula istilah penting yang terdapat pada Bab 1 seperti reproduksi seksual, sel gamet dan fertilisasi! Reproduksi merupakan salah satu ciri makhluk hidup yang diperlukan untuk menjaga kelangsungan hidup dan mencegah terjadinya kepunahan. Ayo lebih bersemangat belajar supaya kamu lebih paham dan lebih mencintai makhluk hidup di sekitarmu!

A. Reproduksi pada Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Reproduksi Angiospermae dan Gymnospermae
- Reproduksi pada tumbuhan paku dan lumut



Istilah Penting

- Angiospermae
- Gymnospermae
- Aseksual
- Seksual
- Rhizoma
- Stolon
- Umbi
- Cangkok
- Merunduk
- Enten
- Okulasi
- Anemogami

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana tumbuhan dapat tumbuh dan berkembangbiak sehingga kamu dapat dengan mudah mengembangbiakkan dan melestarikannya.

Pernahkah kamu mengamati tumbuhan yang berada di sekitar rumah atau sekolahmu? Tahukah kamu bagaimana tumbuhan yang berada di sekitarmu menjadi bertambah banyak? Bagaimana tumbuhan tersebut bereproduksi atau berkembangbiak? Pada bab ini akan dipelajari berbagai macam cara reproduksi kelompok besar tumbuhan, yaitu tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*), tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*), tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan Lumut (*Bryophyta*). Penasaran bukan dengan penjelasan dan contoh setiap golongan tumbuhan? Ayo kita pelajari pembahasannya dengan seksama!

1. Reproduksi Tumbuhan Angiospermae

Pernahkah kamu melihat tanaman mangga, rambutan, kelapa, padi, dan jagung? Tanaman tersebut merupakan contoh dari kelompok tumbuhan *Angiospermae*. Apa yang dimaksud tumbuhan *Angiospermae*? Tumbuhan *Angiospermae* atau tumbuhan biji tertutup adalah tumbuhan yang memiliki ciri bakal biji berada dalam bakal buah (ovarium). Bakal buah adalah bagian putik yang membesar yang tersusun oleh daun buah (karpel). Bakal buah selanjutnya akan berkembang menjadi buah dan bakal biji berkembang menjadi biji. Tumbuhan biji tertutup sangat penting bagi kehidupan manusia maupun hewan, karena tumbuhan inilah yang menyediakan hampir

semua bahan makanan yang berasal dari tumbuhan. Tumbuhan *Angiospermae* mengalami reproduksi aseksual dan reproduksi seksual.

a. Reproduksi Aseksual

Tahukah kamu apa saja organ tumbuhan yang terlibat dalam proses reproduksi aseksual? Coba kamu ingat lagi, organ tumbuhan apa yang terlibat dalam reproduksi tanaman singkong, stroberi, dan juga bawang merah? Jika kesulitan, kamu dapat mengamati langsung tanaman tersebut di lingkungan sekitarmu. Lakukanlah kegiatan berikut bersama temanmu agar lebih memahami materi reproduksi aseksual pada tumbuhan!



Ayo, Kita Diskusikan

Cobalah lengkapi Tabel 2.1 tentang cara reproduksi aseksual tumbuhan yang kamu ketahui! Cari sebanyak mungkin tumbuhan yang dapat kamu tulis pada Tabel 2.1. Berdiskusilah dengan temanmu untuk menyelesaikan tugas ini!

Tabel 2.1 Cara Reproduksi Aseksual Tumbuhan

No.	Jenis Tumbuhan	Bagian Tumbuhan yang Ditanam				Buatan	Alami
		Daun	Batang	Akar	Umbi		
1.	Singkong		√			√	
2.	Bawang merah				√		√
3							
4							

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Tumbuhan apa sajakah yang dapat bereproduksi dengan bantuan manusia?
2. Tumbuhan apa sajakah yang dapat bereproduksi tanpa bantuan manusia atau secara alami?
3. Coba jelaskan mengapa bagian tumbuhan dapat digunakan untuk menghasilkan individu baru?
4. Susunlah kesimpulan berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan!

Berdasarkan hasil kegiatan Ayo, Kita Diskusikan tentang Reproduksi Aseksual pada Tumbuhan, apakah kamu menemukan bahwa beberapa tumbuhan dapat bereproduksi dengan cara berbeda? Jika kamu cermati, tumbuhan dapat bereproduksi dengan menggunakan bagian tumbuhan seperti akar, batang, ataupun daun. Cara reproduksi tumbuhan dengan menggunakan bagian tumbuhan disebut reproduksi secara vegetatif. Reproduksi tumbuhan secara vegetatif disebut juga reproduksi aseksual karena tumbuhan dapat menghasilkan individu baru tanpa melibatkan proses fertilisasi (proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot). Tumbuhan dapat melakukan reproduksi aseksual karena tumbuhan memiliki sel-sel yang memiliki kemampuan untuk berkembang menjadi berbagai jenis sel penyusun jaringan dan organ tumbuhan yang disebut sel meristem. Keturunan yang dihasilkan dari reproduksi aseksual memiliki sifat atau karakter yang sama dengan sifat induk.

1) Reproduksi Aseksual Alami

Berdasarkan hasil kegiatan Ayo, Kita Diskusikan tentang reproduksi aseksual tumbuhan, kamu telah mengenal dan mengetahui reproduksi aseksual pada tumbuhan bukan? Kamu juga menemukan bahwa tumbuhan dapat bereproduksi dengan bantuan manusia dan ada pula tumbuhan yang dapat bereproduksi tanpa bantuan manusia (secara alami). Cermati lagi apa saja tumbuhan yang dapat bereproduksi tanpa bantuan manusia atau bereproduksi secara alami!

Tumbuhan yang dapat bereproduksi dengan bagian tubuhnya tanpa bantuan manusia inilah yang disebut dengan reproduksi aseksual alami atau reproduksi vegetatif alami. Berikut ini adalah berbagai macam cara reproduksi aseksual alami.

a) Rhizoma

Masih ingatkah kamu dengan ciri batang? Pada batang terdapat ruas dan buku, untuk mengingat kembali coba perhatikan Gambar 2.2. Pada buku inilah tempat tumbuhnya tunas yang akan berkembang menjadi tumbuhan baru. Beberapa tumbuhan bereproduksi dengan tunas pada batang yang ada di dalam tanah.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.2 Ruas dan Buku pada Batang Lengkuas

Batang yang ada di dalam tanah disebut **rhizoma**. Beberapa contoh tumbuhan yang reproduksi dengan rhizoma adalah jahe, kunyit, lengkuas, dan temulawak.

b) Stolon

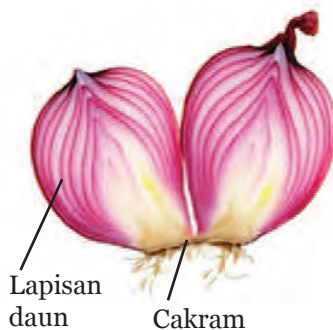
Pernahkah kamu mengamati rumput di lapangan? Pada rumput dan beberapa tanaman lain misalnya stroberi dan pegagan terdapat batang yang menjalar di atas tanah. Batang tumbuhan yang menjalar di atas tanah disebut **stolon** (geragih). Tunas dapat tumbuh pada buku dari stolon. Saat tunas terpisah dari tanaman induk, tunas sudah mampu tumbuh menjadi individu baru.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.3 Stolon pada Stroberi

c) Umbi Lapis

Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan umbi lapis? Umbi lapis terdapat pada bawang merah. Coba perhatikan lapisan-lapisan yang terdapat pada bawang merah. Dinamakan **umbi lapis** karena memperlihatkan susunan berlapis-lapis yang terdiri atas daun yang menebal, lunak dan berdaging dan batang yang berupa bagian kecil pada bagian bawah umbi lapis yang disebut dengan cakram. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa umbi lapis (**bulbus**) merupakan modifikasi batang dan daun. Pada tumbuhan yang bereproduksi dengan umbi lapis, terdapat kuncup samping. Kuncup samping yang tumbuh biasanya merupakan umbi lapis kecil-kecil, berkelompok di sekitar umbi induknya. Bagian ini dinamakan siung atau anak umbi lapis. Jika siung tersebut dipisahkan dari induknya, maka akan menghasilkan tumbuhan baru.

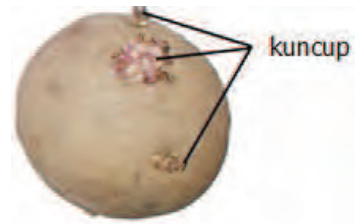


Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.4 Umbi Lapis pada Bawang Merah

d) Umbi Batang

Pernahkah kamu mengamati sebuah kentang? Jika kamu amati dengan seksama, pada permukaan kentang, mungkin kamu akan dapat melihat mata tunas (kuncup). Pada kondisi yang sesuai untuk

pertumbuhannya dari mata tunas ini akan terbentuk tunas dan menghasilkan tumbuhan baru. Kentang merupakan salah satu contoh tumbuhan yang mengalami pembengkakan pada batang di dalam tanah dan berisi cadangan makanan. Batang yang demikian disebut dengan umbi batang. Umbi batang selain berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan juga berfungsi untuk reproduksi. Tanaman ubi jalar juga dapat berkembangbiak dengan menggunakan umbi batang.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.5 Kuncup pada Kentang

e) Kuncup Adventif Daun

Bagaimana daun dapat menghasilkan individu baru? Tahukah kamu bahwa pada bagian tepi daun terdapat sel yang selalu membelah (sel meristem). Pada bagian daun yang demikian dapat membentuk kuncup. Kuncup merupakan calon tunas yang terdiri atas calon batang beserta calon daun. Kuncup yang terdapat pada tepi daun disebut kuncup adventif daun atau tunas liar pada tepi daun. Contoh tumbuhan yang reproduksi dengan kuncup adventif daun adalah cocor bebek.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.6 Daun Cocor Bebek

2) Reproduksi Aseksual Buatan

Pernahkah kamu mendengar tentang pohon jeruk yang masih muda tetapi mampu menghasilkan buah dalam jumlah banyak dan rasa yang manis? Apakah jeruk jenis demikian ada secara alami di alam? Tahukah kamu bagaimana singkong atau ketela pohon ditanam di kebun yang luas? Reproduksi aseksual dapat terjadi secara alami di alam seperti yang telah dibahas sebelumnya. Reproduksi aseksual juga dapat dilakukan dengan bantuan manusia. Bagaimana cara manusia membantu reproduksi aseksual tumbuhan? Ayo kita lakukan Aktivitas 2.1.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.1 Menyelidiki Reproduksi pada Beberapa Tumbuhan

Apa yang Kamu Lakukan?

- ✓ Kamu akan mengamati cara reproduksi beberapa jenis tumbuhan dan organ-organ tumbuhan yang berperan dalam proses reproduksi.

Apa yang Kamu Perlukan?

- Gelas plastik bekas, polibag atau pot kecil 14 buah
- Tanah
- Air
- Pisau/Alat pemotong
- Lidi
- Tanaman iler (*Coleus*), tanaman cocor bebek, tanaman *Begonia*, Bawang merah (bagian daun dan umbi)
- Tanaman lain yang ada di sekitar kamu (Jika kamu tidak menemukan tanaman iler, cocor bebek, begonia dan bawang merah)



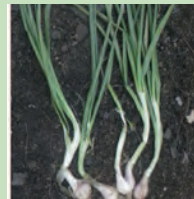
Iler (*Coleus*)



Cocor bebek



Begonia



Bawang merah

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.7 Tanaman Bahan Amatan Percobaan Reproduksi Aseksual Tumbuhan

Mintalah bantuan orang tuamu untuk mencari tanaman yang diperlukan dalam percobaan jika kamu merasa kesulitan.

Apa yang Harus Kamu Lakukan?

▪ **Perlakuan pada Tanaman Cocor Bebek, *Begonia*, dan Iler (*Coleus*)**

1. Masukkan air ke dalam dua gelas plastik dengan volume yang sama pada masing-masing gelas.
2. Potonglah bagian daun, batang, dan akar setiap tanaman.
3. Tancapkan daun, batang, dan akar setiap tanaman pada gelas plastik yang berbeda.
4. Amatilah dengan cermat bagian tumbuhan yang telah kamu tanam setiap 2 hari sekali selama 2 minggu. Jangan lupa menyirami tanaman dengan air!
5. Catatlah dengan teliti hasil pengamatanmu pada Tabel 2.2.

Berhati-hatilah saat menggunakan alat pemotong, baik pisau maupun gunting agar tidak melukai diri sendiri dan orang lain! Amati dengan cermat bagian tanaman yang mengalami perkembangan!

▪ **Perlakuan Bawang Merah**

1. Isilah dua gelas plastik bekas air mineral dengan air dengan volume yang sama pada masing-masing gelas plastik.
2. Potonglah bagian daun bawang merah dan siapkan bagian umbi bawang merah
3. Tusuklah umbi dan daun bawang merah dengan menggunakan lidi
4. Letakkan lidi tersebut pada gelas plastik yang berbeda yang berisi air dan pastikan bahwa ada bagian dari daun dan umbi yang terendam air.
5. Perhatikan Gambar 2.8 untuk memudahkan melakukan langkah 3 – 4!
6. Lakukan pengamatan terhadap bagian tumbuhan yang telah kamu tanam selama 2 minggu. Kamu perlu melakukan pengamatan dua hari sekali pada set percobaanmu.
7. Catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 2.2



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.8 Perlakuan pada Umbi Bawang Merah dan Daun Bawang Merah

Rumuskan variabel dalam penelitian yang akan kamu lakukan!

- Variabel bebas:
- Variabel terikat:
- Variabel kontrol:

Rumuskan hipotesis penelitian yang akan kamu lakukan!

-
-

Data Hasil Pengamatan

Tabel 2.2 Data Hasil Pengamatan Menyelidiki Reproduksi pada Beberapa Tanaman

Jenis Tanaman	Coleus			Cocor Bebek			Begonia			Bawang Merah		
	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
Bagian Tanaman												
Hari Ke-												
2												
4												
6												
8												
10												
12												
14												

Keterangan: A = Akar ; B = Batang; D = Daun

Apa yang kamu diskusikan?

1. Tumbuhan manakah yang bereproduksi dengan akar?
2. Tumbuhan manakah yang bereproduksi dengan menggunakan batang?
3. Tumbuhan manakah yang bereproduksi dengan menggunakan daun?
4. Apakah ada tanaman yang tidak tumbuh? Apa penyebab tidak terjadinya pertumbuhan pada tanaman yang kamu amati!
5. Susunlah kesimpulan dari aktivitas yang telah kamu lakukan!

Berdasarkan Aktivitas 2.1 yang telah kamu lakukan, menurutmu apakah manusia dapat membantu reproduksi tanaman yang lain, seperti bunga mawar, pohon mangga, ataupun tanaman jeruk? Berikut ini adalah berbagai macam kegiatan yang dapat dilakukan manusia untuk membantu reproduksi tanaman.

a) Cangkok

Cangkok dapat dilakukan dengan mengelupas kulit suatu tangkai tanaman ber kayu, kemudian dibalut dengan tanah dan dibungkus dengan sabut kelapa atau plastik, sehingga tumbuh akar. Apabila bagian kulit yang terkelupas telah tumbuh akar, maka tangkai dapat dipotong dan ditanam di tanah. Tanaman yang dihasilkan dari cangkok memiliki sifat seperti induk dan cepat berbuah. Namun demikian, perakaran tanaman ini kurang kuat. Cangkok dapat dilakukan pada tanaman ber kayu seperti mangga, rambutan, kelengkeng dan jeruk.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.9 Cangkok

b) Merunduk

Merunduk dapat dilakukan dengan membenamkan tangkai tanaman ke tanah, sehingga bagian yang tertanam dalam tanah tumbuh akar. Apabila sudah tumbuh akar maka tanaman dapat dipisahkan dari induk. Merunduk dapat dilakukan



Sumber: <http://www.abc.net.au/>

Gambar 2.10 Merunduk

pada tanaman yang memiliki cabang batang yang panjang dan lentur, misalnya bunga *Alamanda*.

c) Menyambung (enten)

Cara reproduksi menyambung (enten) adalah dengan memotong suatu batang tanaman lalu disambung dengan batang tanaman lain yang sejenis yang berbeda sifat. Pada satu pohon tanaman hasil enten dapat menghasilkan dua atau lebih buah atau bunga dengan sifat yang berbeda, misalnya tanaman terong hijau disambung dengan terong ungu, maka dalam satu tanaman dapat menghasilkan terong hijau dan terong ungu. Tanaman bunga kertas (*Bougainvillea*) adalah salah satu tanaman yang sering disambung agar dalam satu tanaman terdapat beberapa warna bunga, misalnya pada suatu cabang batang tanaman bunga kertas yang berwarna merah disambung dengan potongan cabang batang tanaman bunga kertas berwarna ungu dan pada cabang lain disambung dengan cabang batang yang memiliki bunga berwarna putih. Dengan demikian, akan dihasilkan tanaman bunga kertas yang memiliki bunga beraneka warna dalam satu tanaman.



Batang yang telah disambung

Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.11 Menyambung Batang pada Bibit suatu Pohon

d) Menempel (okulasi)

Cara reproduksi menempel (okulasi) dapat dilakukan dengan menempelkan mata tunas yang ada pada kulit tanaman pada batang tanaman lain yang sejenis. Teknik okulasi atau menempel sering digunakan oleh petani untuk mendapatkan tanaman “unggul” dari 2 atau lebih tanaman yang sejenis. Misalnya untuk menghasilkan buah jeruk dengan sifat unggul. Misalnya jenis pohon jeruk batang kuat tetapi jeruknya kecil dan masam dan jenis pohon jeruk yang pohonnya tidak terlalu kuat tetapi jeruknya besar dan manis. Mata tunas pohon jeruk dengan hasil buah besar dan manis ditempelkan pada batang pohon jeruk yang batangnya kuat. Oleh karena itu, akan dapat dihasilkan pohon jeruk yang berbatang kuat dengan buah yang besar dan manis. Pohon jeruk



mata tunas dari jeruk yang berbeda dengan batang

Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.12 Menempel

yang masih muda tetapi mampu menghasilkan buah dalam jumlah banyak dan rasa yang manis dapat dihasilkan melalui teknik okulasi.

e) Setek

Setek adalah cara reproduksi vegetatif dengan memotong (memisahkan dari induk) suatu bagian tanaman dan kemudian ditanam untuk menghasilkan individu baru, misalnya untuk menanam ketela pohon atau bunga mawar dapat menggunakan batangnya atau disebut setek batang. Tanaman cocor bebek dapat diperbanyak dengan menggunakan setek daun. Tanaman sukun dapat diperbanyak dengan menggunakan setek akar. Petani juga menggunakan teknik setek untuk menanam tebu, rumput gajah untuk pakan ternak, dan pohon seruni.



Sumber: Dokumen
Kemdikbud

Gambar 2.13 Setek Batang Sinkong



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mempelajari berbagai macam cara reproduksi vegetatif buatan. Cobalah cari tahu manfaat dari reproduksi vegetatif buatan bagi kehidupan manusia sehari-hari! Kamu dapat bertanya kepada orang tuamu, guru, petani atau kamu juga dapat mencari jawabannya di buku perpustakaan, majalah, koran, artikel atau internet!

b. Reproduksi Seksual pada Tumbuhan Angiospermae

Pada bagian sebelumnya telah dibahas tentang reproduksi tumbuhan secara aseksual. Organ tumbuhan seperti akar, batang, dan daun yang digunakan sebagai alat reproduksi. Pada reproduksi seksual, digunakan sel kelamin yaitu sel sperma dan sel telur dan proses fertilisasi untuk menghasilkan biji. Biji dapat tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan baru. Tahukah kamu di manakah letak sel kelamin pada tumbuhan? Bagian tumbuhan apa sajakah yang terlibat dalam proses reproduksi? Mari lakukan Aktivitas 2.2 untuk mengetahui lebih lanjut reproduksi seksual tumbuhan!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengamati Struktur Bunga

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan mengamati struktur bagian bunga

Apa yang harus kamu butuhkan?

1. Bunga sepatu atau bunga merak atau bunga bakung atau bunga waluh (kamu juga dapat membawa bunga apapun yang dapat kamu temukan di lingkungan rumahmu).
2. Alat Tulis
3. Lup (kaca pembesar)
4. Kertas manila atau buku gambar
5. Pensil warna
6. Kamera (boleh ada boleh tidak)



Bunga Sepatu
(*Hibiscus
rosasinensis*)



Bunga Waluh (*Cucurbita
moschata*)



Bunga Bakung (*Lilium
candidum*)



Bunga Merak
(*Caesalpine
pulcherrima*)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.14 Berbagai macam bunga bahan amatan struktur bunga

Apa yang harus kamu lakukan?

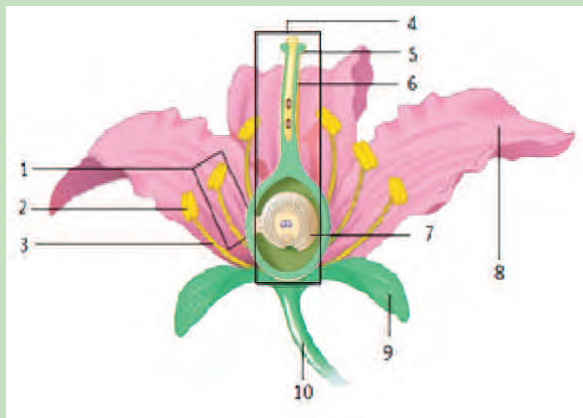
1. Amatilah bagian-bagian bunga!
2. Gambarlah bunga yang kamu amati beserta bagian-bagiannya!
3. Berilah keterangan pada gambar tersebut!
4. Bandingkan bunga yang kamu amati dengan Gambar 2.15.
5. Apakah bunga yang kamu amati mempunyai bagian-bagian yang sama dengan gambar tersebut?
6. Jika telah selesai, presentasikanlah hasil pengamatanmu di depan kelas!

Catatan:

Jika di kelasmu atau di sekolahmu terdapat fasilitas komputer dan LCD proyektor, kamu dapat mengambil gambar atau memotret bunga yang kamu amati kemudian ditayangkan saat presentasi.

7. Berilah keterangan Gambar 2.15 pada tempat yang telah disediakan dengan istilah yang tepat.

Bagian jantan pada bunga disebut _____ (1) terdiri atas _____ (2) dan _____ (3). Bagian betina dari bunga disebut _____ (4), yang terdiri atas _____ (5), _____ (6), dan _____ (7). Bagian yang berwarna dan menarik disebut _____ (8). Bagian bunga no 9 adalah _____, dan nomor 10 adalah _____.



Sumber: Reece dkk., 2012

Gambar 2.15 Struktur Bunga

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Terdapat bagian penting yang terdapat pada struktur bunga. Tuliskan fungsi bagian bunga yang telah kamu amati pada Tabel 2.3!

Tabel 2.3 Fungsi Bagian Bunga

No.	Bagian Bunga	Fungsi
1	Benang sari	
2	Putik	
3	Mahkota bunga	
4	Kelopak bunga	
5	Tangkai bunga	

2. Bagian bunga manakah yang digunakan untuk reproduksi?
3. Susunlah kesimpulan dari hasil kegiatan pembelajaran yang telah kamu lakukan!

1) Penyerbukan (Polinasi)

Berdasarkan Aktivitas 2.2 pada bagian bunga manakah terdapat sel kelamin? Sel kelamin jantan pada bunga terdapat pada buluh serbuk sari. Serbuk sari dihasilkan dalam kepala sari. Apa warna benang sari pada bunga yang kamu amati? Sel kelamin betina terdapat pada bakal biji. Tahukah kamu, bagaimanakah proses pelepasan sel kelamin jantan dan betina (fertilisasi) pada tumbuhan?



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.16 Lebah Hinggap pada Bunga

Coba kamu amati Gambar 2.16! Mengapa lebah atau hewan lain mendatangi bunga? Apa yang diambil lebah dari bunga? Apa manfaat keberadaan lebah bagi bunga? Lebah dan hewan lain tertarik pada bunga karena warna dari mahkota bunga dan madu yang dihasilkan oleh bunga. Terdapat hubungan yang saling menguntungkan antara lebah atau hewan lain dengan bunga. Lebah dan hewan lain ternyata dapat membantu bunga untuk melakukan penyerbukan. Pada tumbuhan, proses fertilisasi atau pembuahan diawali dengan peristiwa polinasi atau penyerbukan.

Pada Gambar 2.16, lebah membantu bunga dalam peristiwa penyerbukan. Serbuk sari melekat pada kaki lebah. Saat lebah berpindah, serbuk sari yang melekat pada kaki lebah dapat melekat pada kepala putik. Proses menempelnya serbuk sari ke kepala putik disebut **penyerbukan** (polinasi). Bagaimanakah terjadinya proses penyerbukan? Ayo, selesaikan Aktivitas 2.3 dengan penuh semangat agar kamu dapat lebih memahami materi penyerbukan!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Menginvestigasi Cara Penyerbukan Bunga

Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis
2. Kertas manila
3. Kamera (boleh ada, boleh tidak)

Tabel 2.4 Data Hasil Pengamatan Penyerbukan Bunga

No.	Nama Tumbuhan	Bagian yang perlu diamati	Pembantu Penyerbukan
1	Bunga matahari	Warna mahkota: berwarna kuning cerah. Ukuran mahkota: besar	Lebah
		Keberadaan madu: memiliki madu. Bentuk serbuk sari: serbuk sari berbentuk bubuk dan mudah menempel	
2			

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah kelompok yang terdiri dari 4-5 anak
2. Berkelilinglah di lingkungan sekolah atau di lingkungan rumahmu, tulislah beberapa bunga yang kamu temui dan cacatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 2.4.

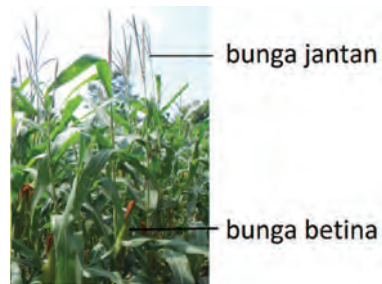
Jawablah pertanyaan berikut!

1. Carilah informasi pada buku, majalah, artikel, atau bertanyalah pada orang yang kamu anggap tahu, berdasarkan karakteristik bunga yang kamu amati, apa sajakah perantara yang membantu penyerbukan bunga?
2. Apakah kamu menemui tumbuhan yang dapat melakukan penyerbukan tanpa bantuan apapun?
3. Susunlah kesimpulan berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan!

Apa sajakah perantara penyerbukan bunga yang berfungsi membantu terjadinya proses penyerbukan? Apakah semua bunga yang kamu amati proses penyerbukannya selalu dibantu perantara? Disebut apakah penyerbukan yang dibantu oleh lebah? Bacalah dengan seksama bermacam-macam perantara yang dapat membantu penyerbukan dan istilahnya!

a) Angin (Anemogami)

Pernahkah kamu mengamati tanaman jagung atau padi? Tanaman jagung dan padi memiliki bunga yang kecil dan tangkai bunga yang mudah bergoyang bila tertiup angin. Tanaman dengan bunga yang berukuran kecil, jumlah bunga banyak dan ringan, serta tidak menghasilkan nektar atau bau merupakan beberapa ciri tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh angin. Penyerbukan yang dibantu oleh angin disebut anemogami.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.17 Jagung

b) Serangga (Entomogami)

Bunga matahari memiliki warna yang menarik dan cerah misalnya kuning, dan menghasilkan nektar. Tahukah kamu apa fungsi ciri tersebut bagi bunga matahari? Ciri yang dimiliki bunga matahari dan bunga yang memiliki ciri serupa sangat menarik bagi serangga, seperti lebah, untuk hinggap dan menghisap nektar. Umumnya serbuk sari yang dihasilkan lengket sehingga mudah melekat pada kaki serangga. Dengan demikian, serangga ikut memindahkan serbuk sari ke putik. Penyerbukan yang terjadi dengan bantuan serangga disebut entomogami.



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

Gambar 2.18 Penyerbukan dengan Bantuan Lebah

Nektar atau madu yang dihasilkan bunga mengandung berbagai karbohidrat, seperti sukrosa, fruktosa, dan glukosa, hingga mencapai 87%. Selain itu, nektar juga mengandung asam amino, asam organik, vitamin, senyawa aromatik, dan juga mineral. Lebah atau serangga

mencari madu sebagai sumber energi untuk disimpan sebagai cadangan makanan.

c) Burung (*Ornitogami*)

Tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh burung umumnya memiliki ukuran bunga yang besar, berwarna merah cerah, tidak berbau, menghasilkan nektar dalam jumlah cukup banyak, dan mahkota bunga berbentuk terompet, misalnya bunga cangkring atau dadap (*Erythrina variegata*). Ukuran bunga yang besar berguna untuk menahan berat dari burung. Namun tidak semua jenis burung dapat membantu penyerbukan. Contoh burung yang dapat membantu penyerbukan adalah burung isap madu dan burung kolibri.



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

Gambar 2.19 Penyerbukan dengan Bantuan Burung

d) Kelelawar (*Kiropterogami*)

Ciri-ciri bunga yang penyerbukannya dibantu oleh kelelawar ialah menghasilkan nektar, memiliki warna yang menarik, menghasilkan bau, dan mekar pada malam hari, misalnya yaitu tanaman kaktus.



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

Gambar 2.20 Penyerbukan dengan Bantuan Kelelawar

e) Manusia (*Antropogami*)

Tanaman yang penyerbukannya dibantu oleh manusia biasanya merupakan bunga yang berumah dua, artinya dalam pohon hanya terdapat bunga jantan atau bunga betina saja. Ada pula tanaman yang serbuk sarinya sulit untuk bertemu dengan putik, sehingga sulit untuk melakukan penyerbukan sendiri, misalnya bunga vanili dan anggrek.



Sumber: Dokumen kemdikbud

Gambar 2.21 Manusia Membantu Penyerbukan Bunga Anggrek



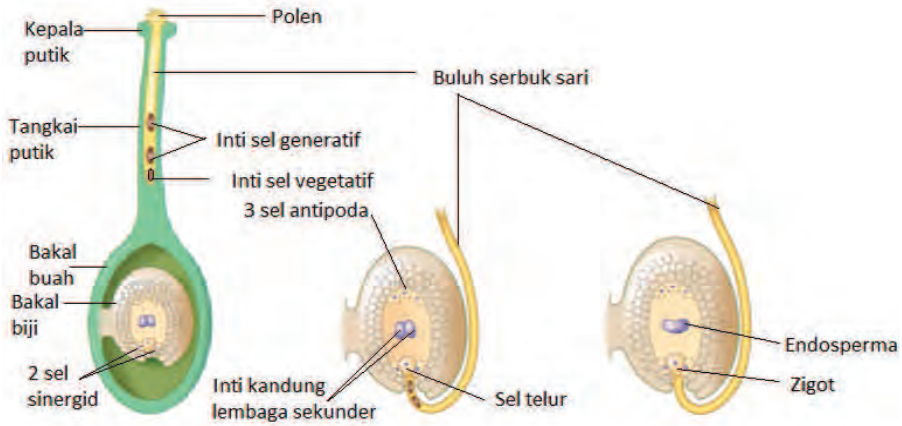
Ayo, Kita Pahami

Penyerbukan merupakan menempelnya serbuk sari pada kepala putik. Ternyata serbuk sari dapat berasal dari bunga itu sendiri maupun dari bunga lain. Berdasarkan asal serbuk sari, penyerbukan dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

- penyerbukan sendiri (*autogamy*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada putik berasal dari bunga itu sendiri
- penyerbukan tetangga (*geitogamy*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada putik berasal dari bunga lain pada tumbuhan itu juga
- penyerbukan silang (*alogamy/xenogamy*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada kepala putik berasal dari bunga tumbuhan lain dan tumbuhan asal polen masih tergolong jenis yang sama.
- penyerbukan bastar (*hybridogamy*), yaitu jika serbuk sari yang menempel pada kepala putik berasal dari bunga pada tumbuhan lain yang berbeda jenis atau setidaknya memiliki satu sifat beda.

2) Pembuahan (Fertilisasi)

Tahukah kamu apa yang terjadi pada serbuk sari setelah proses penyerbukan? Serbuk sari memiliki inti vegetatif dan inti generatif. Setelah serbuk sari melekat pada kepala putik (**stigma**) yang sesuai (berasal dari tumbuhan yang sejenis), maka serbuk sari akan menyerap air dan berkecambah membentuk buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari tumbuh dan bergerak menuju bakal buah melalui tangkai putik. Inti sel di dalam buluh serbuk sari akan membelah menjadi dua. Dua inti sel generatif tersebut akan berkembang menjadi dua inti sel sperma. Satu inti vegetatif di dalam serbuk sari berperan menjadi penuntun gerak tumbuh buluh serbuk sari ke bakal biji. Satu inti sel sperma membuahi inti sel telur (**ovum**) membentuk zigot (calon individu baru), dan satu inti sel sperma yang lain membuahi inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma atau cadangan makanan. Pada proses ini terjadi dua kali pembuahan maka disebut dengan pembuahan ganda. Agar lebih jelas perhatikan Gambar 2.22!



Sumber: Reece, dkk., 2012

Gambar 2. 22 Proses pembuahan



Tahukah Kamu?

Ketika serbuk sari yang tidak sesuai (tidak berasal dari tumbuhan yang sejenis) melekat pada kepala putik (stigma) maka serbuk sari tidak akan berkecambah membentuk buluh serbuk sari sehingga proses pembuahan atau fertilisasi tidak dapat terjadi. Bagaimana ini dapat terjadi? Ternyata serbuk sari yang berasal dari tumbuhan lain tidak dapat melekat dengan kuat pada kepala putik.

Tahukah kamu mengapa hal ini dapat terjadi? Cobalah ingat materi tarik menarik antara molekul, yaitu gaya adhesi dan kohesi. Gaya tarik-menarik antara molekul yang berbeda atau gaya adhesinya pada serbuk sari dengan kepala putik pada tumbuhan yang berbeda jenis amat lemah. Gaya adhesi yang lemah menyebabkan serbuk sari mudah lepas dari kepala putik. Selain itu, pada permukaan serbuk sari terdapat senyawa kimia berupa lipid (lemak) dan protein termasuk enzim. Senyawa kimia ini akan bereaksi dengan senyawa kimia pada kepala putik. Jika serbuk sari tidak cocok maka reaksi kimia yang terjadi akan menghambat metabolisme dari serbuk sari sehingga serbuk sari tidak dapat berkecambah membentuk buluh serbuk sari.



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mengetahui mekanisme penyerbukan dan pembuahan. Sel buluh serbuk akan tumbuh terus menuju bakal biji memberikan jalan bagi inti sel sperma untuk membuahi sel telur. Coba jelaskan bagaimana buluh serbuk ini dapat tumbuh dan bergerak menuju tempat sel ovum secara tepat? Kamu dapat mencari jawabannya di buku, artikel, majalah, maupun internet! Petunjuk: kaitkan dengan bakal biji, sinyal kimia (protein dan asam aminobutirat), dan gerak kemositaksis.

3) Penyebaran Biji



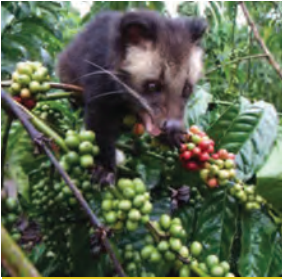
Pernahkah kamu menemukan tumbuhan yang tempat tumbuh induknya berjauhan dengan tempat tumbuh anaknya? Mengapa demikian? Tumbuhan tersebut ternyata melakukan penyebaran biji. Setelah terjadi pembuahan, bakal biji akan berkembang menjadi biji. Pada *Angiospermae* biji diselubungi oleh buah yang telah berkembang dari bakal buah (ovarium). Buah juga dapat membantu dalam penyebaran biji. Penyebaran biji yang jauh dari induk akan meningkatkan peluang biji untuk tumbuh dan berkembang dengan baik menjadi individu baru. Hal ini dikarenakan biji yang tumbuh pada suatu area yang dekat dengan induk, akan berkompetisi dengan induk untuk mendapatkan cahaya, air, dan nutrisi. Proses penyebaran biji dapat terjadi secara alami atau dengan bantuan manusia. Lakukan kegiatan berikut agar kamu tahu macam-macam perantara dalam proses penyebaran biji.



Ayo, Kita Selesaikan

Lengkapilah Tabel 2.5 dengan menuliskan cara penyebaran biji dan perantara yang membantu tumbuhan untuk melakukan penyebaran biji pada tanaman berikut.

Tabel 2.5 Cara Penyebaran Biji

Nama Tumbuhan	Gambar	Cara penyebaran biji
Kapuk		
Padi		
Kopi		

Apa saja bahan perantara untuk menyebarkan biji yang berhasil kamu temukan? Terdapat banyak bahan perantara yang dapat membantu tanaman untuk menyebarkan biji. Berikut ini akan dibahas berbagai cara penyebaran biji dan istilah untuk masing-masing perantara.

a) Anemokori

Proses penyebaran biji dengan bantuan angin disebut anemokori (*anemo*=angin). Ciri tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah bijinya kecil, ringan, dan bersayap. Contohnya adalah biji bunga *Dandelion*. Biji yang ringan dan kecil tidak terlalu dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Keberadaan sayap pada biji membantu biji mudah terbawa angin. Arah gerak biji mengikuti arah gerak angin.



Sumber : Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.23 Bunga Dandelion

b) Hidrokori

Proses penyebaran biji dengan bantuan air disebut hidrokori (*hidro*=air). Ciri tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah hidupnya di dekat daerah perairan, misalnya di pantai ataupun tumbuhan yang hidup di air, contohnya adalah pohon kelapa dan bakau.



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

Gambar 2.24 Tunas Kelapa

Biji kelapa tergolong biji tumbuhan yang berukuran besar, dapat mencapai ukuran diameter 15 cm. Biji kelapa diselubungi oleh buah yang terdiri atas tempurung kelapa, sabut kelapa, dan kulit kelapa. Meskipun berukuran besar, buah dan biji kelapa dapat mengapung di air dan dapat mengalir mengikuti arus air. Kelapa dapat mengapung di air karena sabut buah kelapa memiliki banyak rongga udara. Pada saat berada di air, sabut kelapa memiliki prinsip kerja seperti pelampung, sehingga kelapa dapat terapung.

c) Zookori

Proses penyebaran biji dengan bantuan hewan disebut *zookori* (*zoo*=hewan). Penyebaran ini dibagi menjadi empat, yaitu *entomokori*, *kiropterokori*, *ornitokori*, dan *mammokori*.



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

Gambar 2.25 Burung Memakan Biji

- *Entomokori* adalah penyebaran biji dengan perantara serangga. Contohnya adalah wijen dan tembakau.
- *Kiropterokori* adalah penyebaran biji dengan perantara kelelawar. Contohnya adalah jambu biji dan pepaya.
- *Ornitokori* adalah penyebaran biji dengan perantara burung. Tumbuhan yang penyebarannya dengan cara ini adalah tumbuhan yang buahnya menjadi makanan burung, tetapi bijinya tidak dapat tercerna. Biji tersebut akan keluar dari tubuh burung bersamaan dengan kotoran burung. Contohnya adalah beringin dan benalu.
- *Mammokori* adalah penyebaran biji dengan perantara mamalia. Contohnya adalah hewan luwak yang membantu dalam proses penyebaran biji kopi.

d) Antropokori

Proses penyebaran biji dengan bantuan manusia disebut antropokori (*antro*=manusia). Proses penyebaran dengan cara ini dapat terjadi secara sengaja ataupun tidak sengaja. Penyebaran biji yang secara tidak sengaja dilakukan oleh manusia sengaja apabila biji tumbuhan tersebut memiliki struktur yang mudah melekat pada pakaian. Sebagai contohnya adalah rumput. Penyebaran biji dengan sengaja sering dilakukan manusia terutama pada bidang pertanian, yaitu ketika menanam padi, jagung, dan tanaman lain.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.26 Biji yang Menempel pada Pakaian

4) Perkecambahan




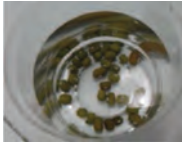
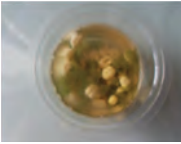

Pernahkah kamu mengamati biji jagung dan biji kedelai yang dijual atau disimpan? Mengapa biji tersebut tidak tumbuh menjadi tumbuhan baru dan tetap menjadi biji? Biji yang masih belum tumbuh merupakan biji yang berada pada keadaan dormansi biji. **Dormansi** yaitu peristiwa dimana biji mengalami masa istirahat. Berakhirnya masa dormansi biji adalah ketika biji mulai tumbuh menjadi tumbuhan baru yang disebut dengan tahapan **perkecambahan**. Lamanya masa dormansi biji setiap jenis tumbuhan berbeda-beda. Masa dormansi biji dapat diakhiri dengan memberi perlakuan yang berbeda-beda. Namun perkecambahan berbagai macam biji dipengaruhi oleh faktor yang hampir sama. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi perkecambahan ayo selesaikan kegiatan berikut.

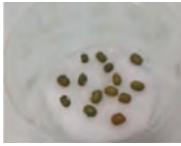




Ayo, Kita Pikirkan!

Perhatikan gambar pada Tabel 2.6! Coba tentukan faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan biji! Jangan lupa carilah info tambahan dari berbagai sumber lain!

Tabel 2.6 Perkecambahan pada Tumbuhan

No.	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
1				
	Biji yang dibiarkan di wadah			
2				
	Biji yang direndam air			

No.	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
3				
Biji yang diletakkan di atas kapas basah				

Jawablah Pertanyaan berikut!

1. Pada keadaan yang bagaimanakah biji dapat tumbuh baik?
2. Apa yang menyebabkan biji direndam dalam air tidak tumbuh?
3. Faktor apa saja yang diperlukan dalam perkecambahan?
4. Susunlah kesimpulan berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan !

5) Sifat Keturunan Reproduksi Seksual

Bagaimanakah sifat keturunan yang dihasilkan dari reproduksi secara seksual? Sama dengan induk atautkah berbeda? Reproduksi seksual dihasilkan dari peleburan inti sel kelamin jantan (sperma) dan sel kelamin betina (telur). Sifat keturunan diperoleh dari gabungan sifat kedua induk. Hal inilah yang menyebabkan sifat keturunan yang dihasilkan dari reproduksi seksual bervariasi.

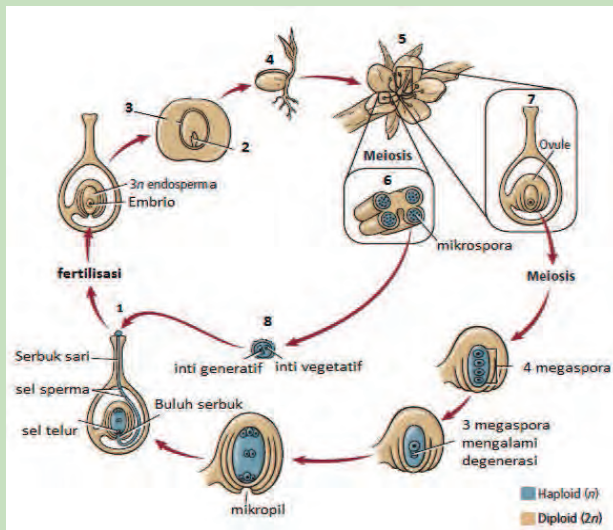
c. Siklus Hidup Tumbuhan *Angiospermae*

Tahukah kamu bahwa makhluk hidup mengalami suatu siklus? Tumbuhan memiliki siklus hidup yang dimulai ketika inti sel kelamin jantan dan betinanya bersatu membentuk zigot, selanjutnya tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan dewasa. Agar kamu lebih paham tentang materi ini, cobalah kerjakan kegiatan berikut!



Ayo, Kita Selesaikan

Reproduksi tumbuhan secara seksual menghasilkan biji. Biji dapat ditanam dan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Coba tuliskan struktur ataupun tahapan yang terjadi pada siklus hidup tumbuhan yang terdapat pada Gambar 2.27!



Sumber: Biggs dkk., 2008

Gambar 2.27 Siklus hidup tumbuhan Angiospermae

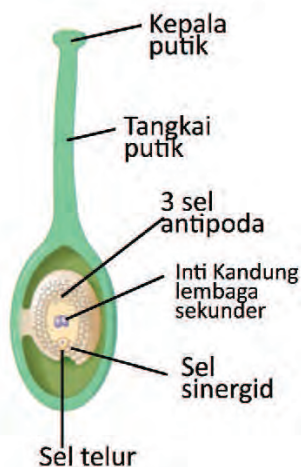
Keterangan:

1. Proses....
2. Struktur....
3. Struktur....
4. Proses....
5. Struktur....
6. Struktur....
7. Struktur....
8. Struktur....

Siklus hidup seperti yang telah kamu temukan pada Aktivitas Ayo, Kita Selesaikan tersebut adalah siklus hidup dari tumbuhan berbiji tertutup atau Angiospermae. Selama hidupnya tumbuhan melalui dua tahapan generasi, yaitu generasi **gametofit (gamet= sel kelamin; fit=tumbuhan)** dan generasi **sporofit (sporo=spora; fit=tumbuhan)**. Generasi gametofit adalah generasi penghasil gamet (sel telur dan sel spermatozoa) yaitu generasi haploid (n). Generasi sporofit adalah generasi penghasil spora yaitu generasi diploid ($2n$). Mungkin kamu belum pernah melihat dan mengamati spora dari tumbuhan Angiospermae. Spora pada tumbuhan Angiospermae tidak terlihat secara jelas, seperti pada tumbuhan paku yang terlihat jelas sporanya (spora pada tumbuhan paku akan dibahas pada bahasan selanjutnya). Hal tersebut karena spora pada tumbuhan Angiospermae

akan berkembang menjadi serbuk sari. Coba ingat kembali istilah haploid dan diploid pada Bab 1! Dalam siklus hidup tumbuhan, generasi haploid (n) bergiliran dengan generasi diploid ($2n$), sehingga dikatakan tumbuhan mengalami pergiliran generasi atau metagenesis. Kapankah tahap gametofit berlangsung dan kapankah tahap sporofit berlangsung? Mari kita simak uraian berikut!

Sel telur terdapat di dalam bakal biji. Peleburan sel telur dan sperma mengakibatkan bakal biji berkembang menjadi biji. Coba ingat lagi materi penyerbukan dan fertilisasi untuk mengingat macam sel kelamin pada tumbuhan! Sel kelamin terbentuk dari perkembangan spora yang bersifat haploid (n). Hasil peleburan bersifat diploid ($2n$). Biji akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Tumbuhan baru akan memiliki akar, batang, daun, dan pada suatu saat terbentuk bunga. Tumbuhan ini bersifat diploid dan dikenal dengan generasi sporofit (penghasil spora). Coba ingat kembali bagian-bagian bunga! Masih ingatkah kamu dengan benang sari dan putik? Benang sari dan putik merupakan organ reproduksi tumbuhan.



Sumber: Reece dkk., 2012

Gambar 2.28 Struktur Putik

Pada bagian ujung benang sari terdapat kepala sari (antera). Pada antera inilah serbuk sari dibentuk. Bila serbuk sari menempel pada kepala putik akan membentuk buluh serbuk sari dan menghasilkan dua inti sperma yang haploid, dua inti sperma yang haploid inilah yang disebut gamet jantan. Pada bagian pangkal putik adalah ovarium atau bakal buah. Di dalam bakal buah terdapat bakal biji. Di dalam bakal biji inilah terdapat kantung lembaga yang tersusun atas 7 sel dan 8 inti yang haploid, yaitu 3 sel antipoda, 2 sel sinergid, 1 sel telur, 1 sel kantung lembaga sekunder. Masing-masing sel mempunyai satu inti haploid kecuali sel kantung lembaga sekunder yang mempunyai

2 inti haploid. Kantung lembaga inilah yang disebut dengan gametofit betina. Pembentukan gametofit betina dari spora yang mengalami meiosis inilah yang merupakan generasi gametofit tumbuhan.

2. Reproduksi Tumbuhan *Gymnospermae*

Pernahkah kamu makan emping melinjo? Bahan baku emping melinjo adalah biji tanaman melinjo. Tumbuhan melinjo memiliki biji yang tidak tertutup kulit buah. Tumbuhan yang bijinya tidak tertutup kulit buah atau berbiji terbuka disebut tumbuhan *Gymnospermae*. Pohon pinus, pohon ginkgo, dan pakis haji juga tergolong *Gymnospermae*. Apakah bunga pada tumbuhan *Gymnospermae* sama dengan bunga pada tumbuhan *Angiospermae*? Menurutmu bagaimana cara reproduksi tanaman tersebut? Apakah tumbuhan *Gymnospermae* memiliki cara reproduksi yang sama dengan tumbuhan *Angiospermae*?



(a)

(b)

(c)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.29 (a) Hutan Pinus, (b) Pakis Haji, dan (c) Biji Tanaman Melinjo

Tumbuhan *Gymnospermae* tidak memiliki bunga seperti halnya tumbuhan *Angiospermae*. Namun, tumbuhan *Gymnospermae* memiliki alat reproduksi seksual (generatif) yang disebut **strobilus** atau runjung. Pada tumbuhan pinus dan melinjo terdapat dua jenis strobilus dalam satu pohon yaitu **strobilus jantan** dan **strobilus betina** (Gambar 2.30 (a)). Pada tumbuhan pakis haji strobilus jantan dan betina terpisah atau tidak berada dalam satu pohon. Pada strobilus jantan terdapat sporangia (ruang-ruang spora). Sel-sel di dalam sporangia akan mengalami meiosis dan menghasilkan mikrospora. Mikrospora akan berkembang membentuk serbuk sari. Serbuk sari yang dihasilkan oleh tumbuhan pinus adalah serbuk sari yang bersayap. Pada strobilus betina terdapat banyak megasporofil. Tiap megasporofil mengandung dua bakal biji. Tiap bakal biji mengandung megasporangium. Sel dalam megasporangium akan mengalami meiosis dan menghasilkan megaspora. Inti megaspora akan mengalami mitosis membentuk sel telur.

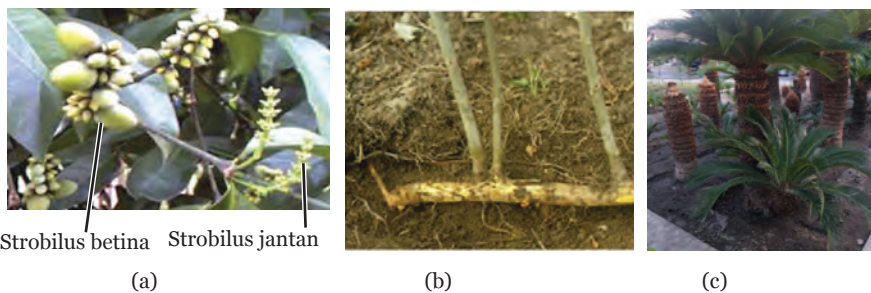
Penyerbukan pada *Gymnospermae* terjadi jika serbuk sari menempel pada liang bakal biji. Serbuk sari akan tertangkap oleh cairan yang terdapat di lubang bakal biji. Jika cairan menguap maka serbuk sari akan dapat masuk ke bakal biji dan terjadilah pembuahan. Biji tumbuh di dalam megasporofil dan dilengkapi dengan sayap.



Ayo, Kita Pikirkan!

Setelah kamu mempelajari tentang materi penyerbukan dan penyebaran biji pada tumbuhan *Angiospermae* dan juga tentang materi struktur serbuk sari dan biji pada tumbuhan *Gymnospermae*, coba jelaskan apa fungsi dari sayap yang ada di serbuk sari dan biji tumbuhan *Gymnospermae*?

Dapatkah tumbuhan *Gymnospermae* bereproduksi secara aseksual (vegetatif)? Tumbuhan *Gymnospermae* dapat bereproduksi secara aseksual. Tumbuhan *Gymnospermae* yang dapat bereproduksi secara aseksual misalnya tumbuhan pakis haji dan pinus. Tumbuhan pakis haji dapat reproduksi dengan menggunakan tunas yang disebut **bulbil**. Tumbuhan pinus dapat berkembangbiak dengan menggunakan tunas akar.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.30 (a) Strobilus Jantan dan Betina Pada Melinjo, (b) Tunas Akar pada Pinus, (c) Bulbil pada Pakis Haji.

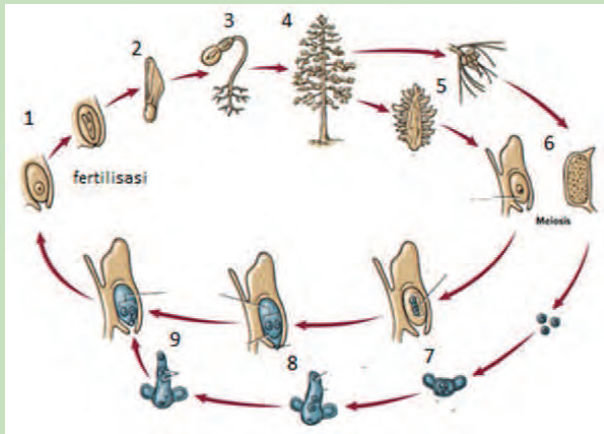
Siklus hidup pada *Gymnospermae* terdiri atas dua tahapan, yaitu sporofit dan gametofit. Agar lebih memahami siklus hidup tumbuhan *Gymnospermae*, kerjakan kegiatan Ayo, Kita Selesaikan tentang Siklus Hidup Tumbuhan *Gymnospermae*!



Ayo, Kita Selesaikan

Tumbuhan *Gymnospermae* mengalami pergiliran keturunan dari fase gametofit menuju fase sporofit.

1. Pada tahap nomor berapakah terjadi tahap gametofit?
2. Jelaskanlah perkembangan tahap sporofit melalui Gambar 2.31!



Sumber: Biggs dkk., 2008.

Gambar 2.31 Siklus hidup tumbuhan *Gymnospermae*

3. Reproduksi Tumbuhan Paku

Pernahkah kamu melihat tumbuhan paku? Coba perhatikan Gambar 2.32 berikut!



(a)



(b)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.32 (a) Paku Ekor Kuda, (b) Pteris

Pernahkah kamu menjumpai tumbuhan tersebut berbunga? Berupa apakah organ reproduksi tumbuhan tersebut? Tumbuhan tersebut merupakan kelompok tumbuhan paku. Semua tumbuhan paku tidak menghasilkan bunga. Lalu bagaimana tumbuhan paku berkembangbiak? Untuk mengetahui jawaban atas pertanyaan tersebut ayo lakukan Aktivitas 2.5!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.5 Mengamati Struktur Tumbuhan Paku

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan mengamati struktur daun pada tumbuhan paku

Apa yang kamu perlukan?

- Alat tulis
- Kertas
- Lup (kaca pembesar)
- Tumbuhan paku seperti pakis, Pteris atau Asplenium, Adiantum, atau tumbuhan paku yang ada di sekitarmu.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Ambilah daun tumbuhan paku yang tua dan daun tumbuhan paku yang muda di lingkungan sekitarmu!
2. Coba amati bagaimana bentuk daun tumbuhan paku yang masih muda!
3. Gambarkan hasil pengamatanmu pada Tabel 2.7 dan cobalah deskripsikan bagaimana bentuknya!
4. Amati dengan teliti permukaan atas dan bawah dari daun paku. Apakah terdapat perbedaan?
5. Gambarkan permukaan atas dan bawah daun pada Tabel 2.7 dan berilah penjelasan struktur apa saja yang kamu temukan dari daun paku!

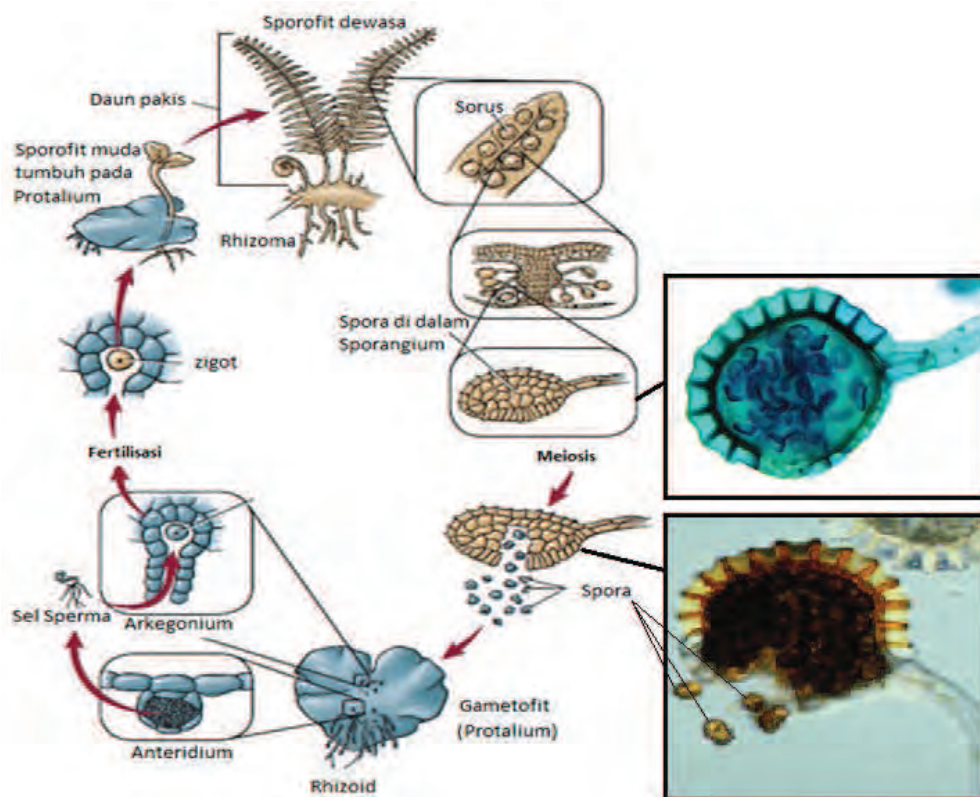
Tabel 2.7 Hasil Pengamatan Struktur Daun Tumbuhan Paku

No.	Bagian tumbuhan paku	Gambar	Deskripsi
1	Tumbuhan paku		
2	Permukaan atas daun paku		
3	Permukaan bawah daun paku		

Apakah kamu dapat mengidentifikasi semua bagian tumbuhan paku? Apa saja yang berhasil kamu temukan? Tahukah kamu apa fungsi dari bagian tubuh tanaman paku yang kamu temukan? Pada tumbuhan pakis dan juga tumbuhan paku lain tidak berkembangbiak dengan menggunakan bunga tetapi menggunakan spora. Namun demikian, tumbuhan paku juga tetap dapat menghasilkan sel kelamin dalam reproduksinya. Dengan demikian, tumbuhan paku dapat mengalami reproduksi secara aseksual maupun seksual. Kapankah reproduksi seksual terjadi dan kapankah reproduksi aseksual terjadi? Ayo kita perhatikan Gambar 2.33!

Tumbuhan paku yang dapat kita amati berada dalam tahap sporofit karena dapat menghasilkan spora. Coba kamu ingat Aktivitas 2.5! Dimanakah kamu dapat menemukan kotak spora pada tanaman paku? Jika kadar air pada kotak spora berkurang, kotak spora akan sobek dan mengeluarkan spora yang ada di dalamnya. Spora akan tersebar dan akan tumbuh menjadi protalium jika lingkungannya sesuai untuk tumbuh.

Tahap gametofit dimulai ketika protalium tumbuh. Protalium akan berkembang dan menghasilkan anteridium dan arkegonium. Anteridium akan menghasilkan sperma berflagel (berekor) dan arkegonium menghasilkan sel telur.



Sumber: Biggs dkk., 2008.

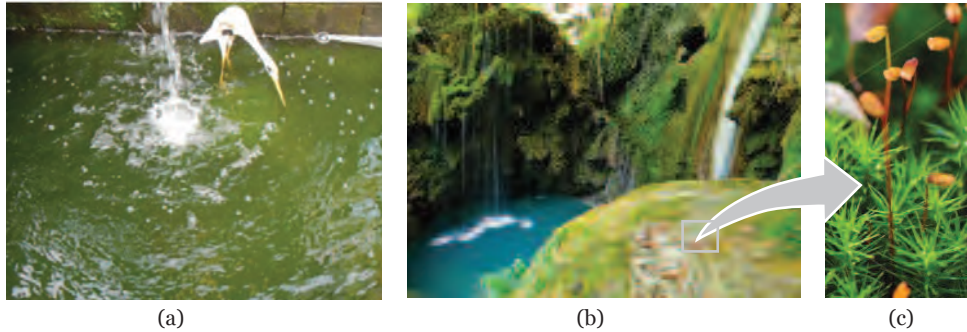
Gambar 2.33 Siklus Hidup Tumbuhan Paku

Fertilisasi terjadi jika sperma yang dihasilkan oleh anteridium sampai pada sel telur yang dihasilkan oleh arkegonium. Meskipun memiliki flagel, sperma tumbuhan paku memerlukan air untuk pergerakannya. Zigot yang tumbuh dan berkembang akan memulai tahap sporofit baru. Siklus yang terjadi pada tumbuhan paku disebut juga pergiliran keturunan. Coba perhatikan Gambar 2.33! Apakah pada siklus hidup tumbuhan paku juga terjadi pergiliran keturunan?

Reproduksi aseksual pada tumbuhan paku dilakukan dengan rhizoma. Rhizoma dapat tumbuh ke segala arah dan membentuk koloni tumbuhan paku yang baru. Rhizoma adalah batang yang tumbuh di dalam tanah. Cobalah mengingat lagi tanaman apa saja yang bereproduksi dengan menggunakan rhizoma!

4. Reproduksi Tumbuhan Lumut

Istilah lumut tentu sudah tidak asing lagi bagimu. Coba tebaklah, pada Gambar 2.34 manakah yang termasuk lumut?

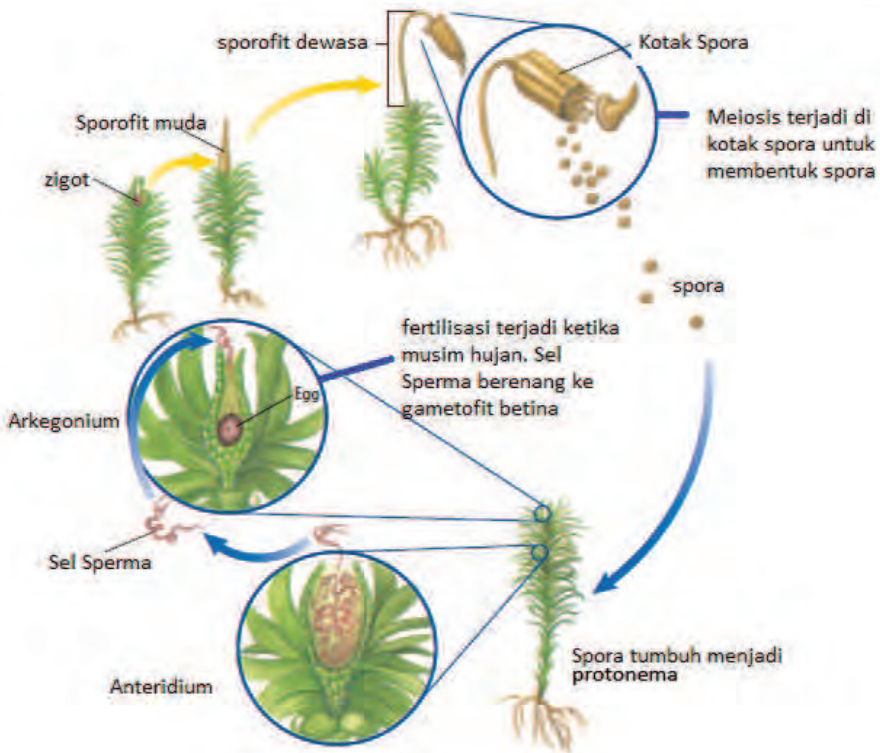


Sumber: (a) Dokumen Kemdikbud (b)www.gettyimages.com (c) www.shutterstock.com

Gambar 2.34 Kolam Air

Gambar 2.34 (a) menunjukkan kolam yang airnya berwarna hijau. Tahukah kamu apa yang menyebabkan kolam tersebut hijau? Kolam tersebut hijau bukanlah karena lumut, tetapi karena ganggang atau alga yang hidup di air. Batu pada tepian kolam biasanya ditumbuhi tanaman hijau yang seolah membentuk karpet. Tumbuhan hijau yang ada di atas batuan tersebut adalah lumut seperti terlihat pada Gambar 2.34 (b) dan Gambar 2.34 (c) merupakan tumbuhan lumut yang telah diperbesar. Lumut merupakan tumbuhan yang hidup di daerah yang lembab. Tumbuhan lumut dapat mengalami pergiliran keturunan seperti tumbuhan paku. Pergiliran keturunan pada lumut berbeda dari tumbuhan paku. Coba perhatikan Gambar 2.35!

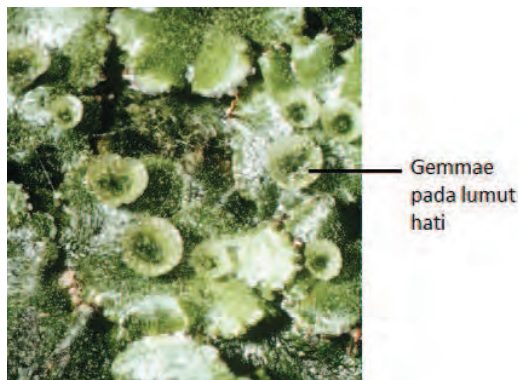
Apakah kamu dapat menemukan perbedaan antara pergiliran keturunan tumbuhan paku dan lumut? Pada tahapan apakah lumut yang dapat kita jumpai? Tumbuhan *Angiospermae*, *Gymnospermae*, dan tumbuhan paku kita jumpai pada tahap sporofit. Tumbuhan lumut yang kita jumpai berada pada tahap gametofit.



Sumber: Biggs dkk., 2008.

Gambar 2.35 Siklus Hidup Lumut

Tumbuhan lumut mengalami reproduksi aseksual melalui kuncup atau **gemmae** dan melakukan **fragmentasi**. Fragmentasi terjadi ketika tumbuhan lumut melepaskan sebagian tubuhnya untuk menjadi individu baru.



Sumber: www.gettyimages.com

Gambar 2.36 Struktur Gemmae pada Lumut



Tahukah Kamu?

Lumut merupakan kelompok tumbuhan yang masih sederhana, lumut belum memiliki akar, batang, dan daun yang sejati. Secara umum lumut dikelompokkan menjadi tiga, yaitu lumut hati, lumut tanduk, dan lumut daun.



(a)



(b)



(c)

Sumber: Reece dkk., 2012.

Gambar 2.37 (a) Lumut Hati; (b) Lumut Tanduk; (c) Lumut Daun

Meskipun tumbuhan lumut memerlukan kondisi yang lembab untuk tumbuh dan bereproduksi, banyak jenis lumut yang dapat bertahan dalam kondisi yang kering dalam kurun waktu yang cukup lama. Mereka dapat tumbuh pada tanah yang tipis dan pada tanah di tempat tumbuhan lain tidak dapat tumbuh. Spora dari lumut akan dibawa oleh angin. Spora akan tumbuh menjadi tumbuhan baru jika ada air dan beberapa komponen pendukung lain. Sering kali lumut merupakan tumbuhan yang pertama kali tumbuh pada lingkungan yang sudah rusak misalnya akibat aliran lava atau akibat kebakaran hutan. Oleh karena itu, lumut juga disebut organisme pioner atau tumbuhan perintis.

Sebagai tumbuhan **pioner**, lumut akan tumbuh dan mati membentuk nutrisi tanah. Proses ini bersamaan dengan pelapukan bebatuan akibat panas, angin (pelapukan fisika) dan zat kimia lain seperti zat asam atau oksigen (pelapukan kimia) yang akhirnya membentuk tanah, sehingga pada akhirnya tumbuhan lain dapat tumbuh pada daerah tersebut. Tahukah kamu bahwa beberapa lumut juga dapat membantu menyimpan nitrogen dalam tanah dan menyimpan air. Beberapa juga dapat digunakan sebagai obat hepatitis, seperti kelompok lumut hati *Marchantia polymorpha*. Beberapa kelompok dari lumut daun seperti *Sphagnum* yang sudah lapuk dapat digunakan sebagai bahan bakar seperti batu bara.

5. Teknologi Reproduksi pada Tumbuhan

a. Hidroponik

Hidroponik merupakan cara penanaman tumbuhan dengan menggunakan larutan nutrisi dan mineral dalam air dan tanpa menggunakan tanah. Tanaman darat khususnya sayuran seperti paprika, tomat, timun, melon, terong, dan selada dapat ditumbuhkan secara langsung dalam wadah yang berisi nutrisi atau dengan ditambah medium yang tak larut dalam air, misalnya kerikil, arang, sekam, spons, serbuk kayu, dan lain sebagainya. Ilmuwan menemukan bahwa tumbuhan menyerap nutrisi yang penting dalam bentuk ion-ion yang terlarut dalam air.



Sumber: www.freedigitalphotos.net

Gambar 2.38 Tanaman yang Ditanam dengan Teknik Hidroponik

b. Vertikultur

Vertikultur adalah teknik budidaya tanaman dengan cara membuat instalasi secara bertingkat (vertikal) dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah tanaman. Teknik budidaya ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas. Pembahasan tentang teknik vertikultur akan dibahas pada Bab 3.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.39 Vertikultur

c. Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan adalah suatu metode perbanyak tumbuhan dengan cara mengambil suatu bagian dari tanaman, seperti sel atau sekelompok sel, jaringan, atau organ. Bagian tanaman yang telah diambil selanjutnya ditumbuhkan dalam kondisi steril pada medium yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh (hormon). Bagian tanaman akan dapat memperbanyak diri dan berkembang menjadi tanaman yang memiliki organ yang lengkap yaitu akar, batang, dan daun. Semua jenis tumbuhan dapat dikembangkan menggunakan metode ini, namun masing-masing memerlukan perlakuan khusus agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Jika kamu kurang dapat memahami materi ini kamu dapat bertanya kepada orangtua, guru, ataupun ahli bidang pertanian!



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.40 Kultur Jaringan Tumbuhan



Ayo, Kita Cari Tahu

Kamu telah mengetahui teknologi reproduksi pada tumbuhan. Apa manfaat teknologi reproduksi pada tumbuhan seperti vertikultur, hidroponik, dan kultur jaringan tumbuhan bagi manusia? Ayo cari tahu di buku yang terdapat pada perpustakaan ataupun di internet! Kamu bisa juga bertanya pada teman atau orang tuamu!



Tahukah Kamu?

Ukuran biji anggrek sangat kecil, hampir menyerupai tepung. Kecilnya ukuran ini menyebabkan jumlah cadangan makanan dalam biji juga sangat sedikit, sehingga sangat sulit bagi biji anggrek untuk tumbuh. Biji anggrek dapat tumbuh jika kondisi lingkungan cukup lembab dan dibantu oleh jenis jamur tertentu yang dikenal dengan mikoriza. Rendahnya daya tumbuh biji anggrek inilah yang menyebabkan anggrek cukup langka. Para peneliti dan petani anggrek telah mengembangkan teknik reproduksi anggrek dengan menggunakan kultur jaringan untuk mengatasi permasalahan reproduksi pada anggrek. Tunas atau biji anggrek yang telah diambil kemudian ditanam pada medium agar yang berisi nutrisi dan zat pengatur tumbuh. Biji anggrek dapat tumbuh lebih cepat dan lebih banyak melalui cara tersebut.

Setelah proses penanaman, biji anggrek akan mengalami tahap pengakaran atau tumbuhnya akar. Tumbuhnya akar menandai bahwa proses kultur jaringan yang dilakukan mulai berjalan dengan baik. Selanjutnya dilakukan penjarangan terhadap biji yang telah mengalami pengakaran atau yang disebut **plantet**. Plantet akan tumbuh menjadi tanaman anggrek dengan struktur organ yang lengkap, yaitu akar, batang, dan daun. Jika telah memiliki struktur demikian, tanaman anggrek dapat dikeluarkan dari botol kultur dan ditanam pada media dalam pot tetapi masih ditanam pada ruangan (proses aklimatisasi). Proses ini bertujuan agar tanaman anggrek

yang baru dapat mengenali kondisi luar botol. Jika tanaman anggrek tumbuh dan menghasilkan tunas yang baru dalam proses aklimatisasi dan akar tumbuh kuat maka tanaman anggrek siap dipindahkan ke media tanam yang baru dan dapat ditanam di luar ruangan.



(a)



(b)



(c)

Sumber: <http://www.freedigitalphotos.net/>

Gambar 2.41 (a) Anggrek yang ditanam dalam medium (b) Proses aklimatisasi anggrek (c) Anggrek di perkebunan budidaya anggrek

B. Reproduksi pada Hewan

Ayo, Kita Pelajari



- Reproduksi aseksual dan seksual pada hewan
- Siklus hidup hewan
- Teknologi reproduksi



Istilah Penting

- Tunas
- Fragmentasi
- Partenogenesis
- Vivipar
- Ovipar
- Ovovivipar

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana berbagai hewan reproduksi, sehingga dapat menjadi landasan bagi kamu dalam rangka membudidayakan dan melestarikannya.

Indonesia merupakan negara maritim, yaitu negara yang memiliki wilayah laut yang luas. Tahukah kamu, Indonesia memiliki luas perairan sebesar 3.257483 km²? Wilayah laut Indonesia menghasilkan berbagai jenis kekayaan termasuk di dalamnya ikan, terumbu karang, mutiara, kepiting, dan masih banyak yang lainnya.

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya pada Bangsa Indonesia berupa kekayaan laut yang sangat melimpah. Banyak masyarakat Indonesia terutama yang tinggal di daerah pesisir menggantungkan hidupnya dari hasil laut, misalnya nelayan ikan. Setiap hari mereka pergi ke laut untuk mencari dan menangkap ikan. Ribuan ikan ditangkap setiap harinya. Pernahkah terpikir dalam benakmu, mungkinkah ikan yang setiap hari ditangkap oleh nelayan akan habis? Bagaimana cara ikan dapat terjaga kelestarian jenisnya?



(a)



(b)

Sumber: (a) www.freedigitalphotos.net (b) Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.42 (a) Ikan Hasil Tangkapan Dipilah Berdasarkan Ukuran, (b) Sebagian Hasil Panen Ikan Dikeringkan

Banyak hewan yang jumlahnya semakin berkurang seperti kura-kura, orang utan, badak, harimau, gajah, burung elang, dan burung cendrawasih. Tentu kita berharap agar hewan-hewan tersebut tetap lestari bukan? Pada bagian sebelumnya kamu telah belajar tentang beberapa cara reproduksi yang terjadi pada tumbuhan. Pada bagian ini kamu akan mempelajari cara hewan melakukan reproduksi sehingga keberadaannya di bumi tetap lestari. Setiap hewan memiliki cara reproduksi yang berbeda-beda. Secara umum cara reproduksi hewan dibagi menjadi dua, yaitu aseksual dan seksual. Masih ingatkah kamu apakah yang dimaksud dengan reproduksi aseksual dan seksual?

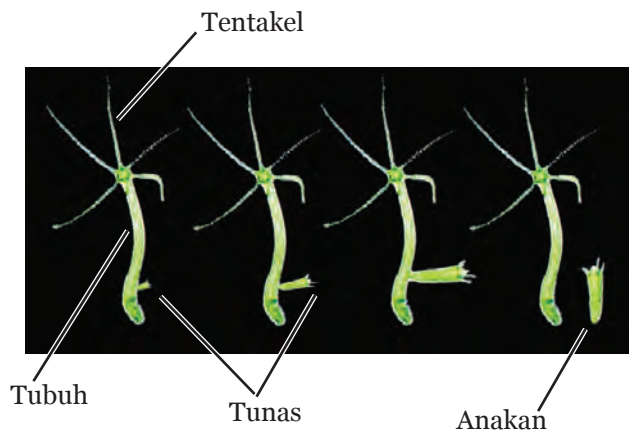
1. Reproduksi Aseksual Pada Hewan

Beberapa hewan dapat melakukan reproduksi aseksual seperti halnya tumbuhan. Apakah hewan juga menggunakan bagian tubuhnya untuk bereproduksi? Bagian tubuh hewan manakah yang dapat mengalami reproduksi aseksual? Bagaimanakah sifat keturunan yang dihasilkan dari reproduksi aseksual pada hewan?

Hewan dapat melakukan reproduksi aseksual seperti halnya tumbuhan, yaitu dengan menggunakan bagian tubuhnya. Berikut ini beberapa reproduksi hewan secara aseksual.

a. Membentuk Tunas

Reproduksi aseksual dengan cara membentuk tunas untuk menghasilkan keturunan. Contoh hewan yang melakukan reproduksi dengan cara ini antara lain *Hydra sp.*, *Porifera*, dan *Coelenterata*.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.43 Pertunasan *Hydra sp.*

b. Fragmentasi

Planaria merupakan salah satu contoh hewan yang melakukan fragmentasi. Reproduksi dengan cara ini terjadi melalui dua tahap. Tahap pertama adalah fragmentasi, yaitu pematangan atau pemotongan tubuh induk menjadi dua bagian atau lebih. Selanjutnya terjadi tahap regenerasi, yaitu setiap potongan tubuh induk tersebut membentuk bagian tubuh lain yang tidak ada pada bagian tersebut. Pada akhirnya, setiap potongan tubuh tersebut akan membentuk individu baru dengan bagian tubuh yang lengkap seperti induknya. Ayo lakukan kegiatan berikut agar mengetahui bagian tubuh mana yang akan tumbuh jika tubuh *Planaria* dipotong!

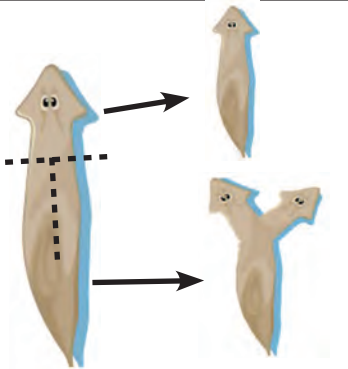


Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan gambar pada kolom di bawah ini dan jawablah pertanyaan yang diberikan!

No.	Gambar	Pertanyaan
1		<p>Apa yang akan terjadi bila <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tengah tubuh (melintang)?</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tengah tubuh secara membujur?</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

No.	Gambar	Pertanyaan
3		<p>Apa yang akan terjadi pada bagian tubuh jika bagian kepala saja yang dibelah? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
4		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian ekor secara membujur? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
5		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tubuh di dekat “kepala” ? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
6		<p>Apa yang akan terjadi bila <i>Planaria</i> dipotong menjadi tiga bagian, yaitu bagian “kepala”, bagian tengah dan ekor? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

No.	Gambar	Pertanyaan
7		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tubuh dekat “kepala” dengan bentuk T? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Susunlah kesimpulan dari kegiatan diskusi tentang regenerasi *Planaria* yang telah kamu lakukan!

c. Partenogenesis

Partenogenesis secara alami dapat terjadi pada hewan seperti lebah, semut, tawon, kutu daun, dan kutu air. Pada hewan tertentu, misalnya lebah, ovum yang dibuahi akan tumbuh dan berkembang menjadi lebah betina, sedangkan yang tidak dibuahi akan tumbuh menjadi lebah jantan. Lebah betina bersifat steril dan memiliki tugas sebagai pekerja dalam kawanan lebah. Lebah jantan bersifat fertil. Lebah jantan mampu menghasilkan sel kelamin yang digunakan untuk membuahi sel telur yang dihasilkan oleh lebah ratu. Lebah ratu adalah lebah yang menghasilkan telur-telur yang menjadi lebah betina dan lebah jantan.

Selain lebah, kutu daun dan kutu air juga dapat bereproduksi dengan cara partenogenesis. Kutu daun betina dan kutu air betina dapat terus menerus bertelur. Telur yang dihasilkan akan berkembang dan menetas menjadi kutu betina tanpa didahului proses fertilisasi. Meski demikian fertilisasi tetap diperlukan untuk menghasilkan individu baru setelah beberapa generasi kutu mengalami partenogenesis. Berdasarkan contoh dan uraian yang telah disebutkan, sudah tahukah kamu apa itu partenogenesis?

2. Reproduksi Seksual pada Hewan

Sebagian besar hewan bereproduksi secara seksual. Reproduksi seksual terjadi melalui proses perkawinan antara hewan jantan dan hewan betina. Melalui proses ini akan terjadi proses fertilisasi, yaitu proses peleburan inti sel sperma dan inti sel telur. Proses fertilisasi ini akan menghasilkan zigot. Selanjutnya, zigot akan berkembang menjadi embrio (calon anak) dan pada tahap selanjutnya embrio akan berkembang menjadi individu baru.

Tahukah kamu bahwa proses fertilisasi dapat terjadi melalui dua cara, yaitu fertilisasi internal dan fertilisasi eksternal? **Fertilisasi internal** terjadi apabila proses peleburan antara inti sel telur dan inti sel sperma terjadi di dalam tubuh hewan betina. Contoh hewan yang melakukan fertilisasi secara internal antara lain: sapi, ayam, kura-kura, buaya, dan lain-lain. **Fertilisasi eksternal** terjadi apabila proses peleburan antara sel telur dan sel sperma terjadi di luar tubuh hewan betina. Fertilisasi dengan cara ini biasanya terjadi pada hewan yang hidupnya di lingkungan perairan, misalnya ikan.

Agar lebih mengetahui cara reproduksi hewan di sekitar kamu, cobalah lakukan aktivitas berikut.



Ayo, Kita Selesaikan

Tentukan bagaimana cara hewan pada Tabel 2.8 bereproduksi dan tuliskan jawabanmu pada kolom yang telah disediakan!

Tabel 2.8 Hewan di Indonesia

No.	Nama Hewan	No.	Nama Hewan	No.	Nama Hewan
1	Anoa	6	Cicak	11	Kerbau
2	Babi	7	Harimau	12	Kuda
3	Badak	8	Elang	13	Paus
4	Bintang laut	9	Kadal	14	Semut
5	Cendrawasih	10	Kecoa	15	Ular

Beranak	Bertelur	Bertelur & Beranak
Babi	Cicak	Kadal
.....
.....
.....
.....
.....

Susunlah kesimpulan berdasarkan permasalahan yang telah kamu selesaikan!

Dapatkan kamu mengetahui reproduksi seksual hewan-hewan yang ada di Indonesia? Reproduksi seksual pada hewan akan menghasilkan telur, anak, serta ada pula hewan yang bertelur dan beranak. Berdasarkan cara perkembangan dan kelahiran embrionya hewan yang bereproduksi secara seksual dibagi menjadi tiga jenis.

a. Hewan Vivipar

Tahukah kamu bahwa kucing, kelinci, kerbau, gajah, badak, sapi, kerbau, anoa, babi, banteng, dan kambing adalah beberapa hewan yang tergolong hewan vivipar? Tahukah kamu bagaimana cara reproduksi hewan tersebut? Hewan vivipar disebut juga hewan beranak. Hewan ini memiliki embrio yang berkembang di dalam rahim induk betinanya dan akan dilahirkan pada saat umurnya sudah mencukupi. Embrio akan memperoleh nutrisi melalui perantara plasenta.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.44 Kucing adalah hewan vivipar

Hewan yang baru dilahirkan memerlukan nutrisi. Sayangnya karena pencernaan bayi hewan belum kuat maka diperlukan makanan yang mudah dicerna. Apa saja makanan yang mudah dicerna oleh bayi hewan? Pada hewan mamalia, induk hewan tidak perlu mencari makanan tambahan untuk anaknya. Tuhan Yang Maha Kuasa melengkapi

tubuh mamalia dengan kelenjar mammae yang dapat menghasilkan susu. Susu mengandung laktosa yang dapat dicerna oleh perut bayi hewan dengan mudah untuk menghasilkan nutrisi dan energi yang diperlukan.

b. Hewan Ovipar

Contoh dari hewan ovipar antara lain cicak, katak, ikan, ayam, burung, itik, dan lain sebagainya. Hewan ovipar disebut juga dengan hewan bertelur. Hewan ini embrionya berkembang di dalam telur. Telur hewan ini akan dikeluarkan dari dalam tubuh induk betina dan akan dilindungi oleh cangkang. Tahukah kamu dari manakah embrio yang ada di dalam telur mendapatkan makanan? Agar kamu mengetahuinya, simaklah penjelasan pada bagian “Tahukah kamu”!



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 2.45 Semut dan Telurnya

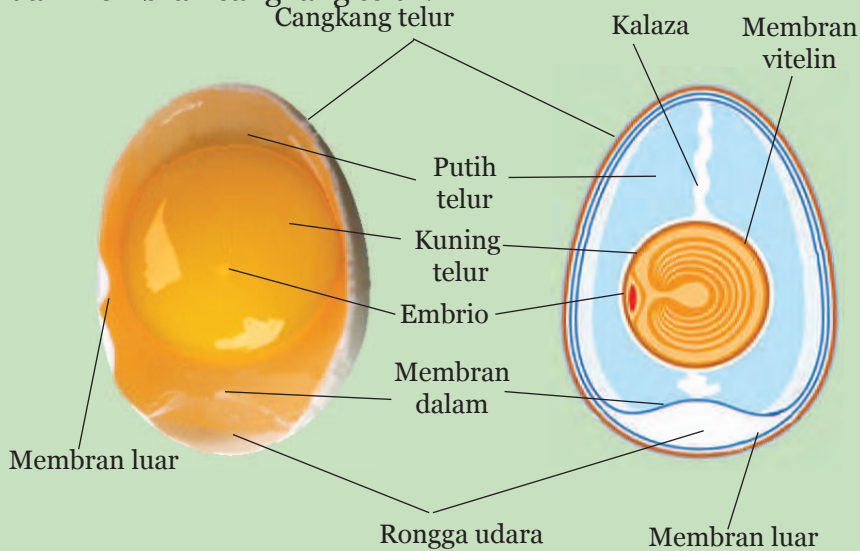
Hewan tertentu, misalnya penyu, ikan, dan katak, menghasilkan puluhan hingga ratusan telur setiap kali bertelur. Akan banyak dihasilkan individu baru jika telur yang dihasilkan dibuahi ataupun berhasil bertahan hidup. Tidak semua telur yang dihasilkan oleh ikan dan katak yang telah mengalami pembuahan dapat menetas menjadi individu baru. Tidak semua telur penyu yang menetas dapat bertahan hidup sampai dewasa, karena adanya predator, ombak, dan arus laut yang harus dihadapi oleh penyu yang baru saja menetas. Meskipun dapat dihasilkan puluhan bahkan ratusan individu baru dalam sekali reproduksi, kita juga tetap harus menjaga kelestarian ikan, katak, dan terutama penyu agar tetap lestari.



Tahukah Kamu?

Kalian tentunya pernah melihat atau bahkan memakan telur sebagai lauk pauk. Tetapi, tahukah kamu apa sebenarnya telur itu? Telur adalah embrio yang dapat menetas jika dierami atau mendapat perlakuan yang seolah-olah dierami. Telur yang kamu jumpai sehari-hari terdiri atas kuning telur (*yolk*), membran vitelin, putih telur (albumen), kalaza, embrio, ruang udara, cangkang telur,

dan membran cangkang telur.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.46 Struktur Bagian Dalam Telur

Pada telur ayam kampung maupun telur bebek yang sering kamu jumpai, telah terdapat embrio yang berada pada tahap awal perkembangan. Embrio dijaga agar tetap berada di bagian atas kuning telur oleh 'tali' yang berada di bagian samping kuning telur yaitu kalaza. Kalaza juga berfungsi menjaga agar kuning telur tetap berada di tempatnya. Kuning telur mengandung protein, lemak, ion fosfor, zat besi, pigmen karoten, dan air. Kuning telur merupakan cadangan makanan bagi embrio yang sedang tumbuh. Putih telur tersusun atas protein albumin, air, beberapa ion, dan beberapa mineral. Putih telur juga berfungsi sebagai pelindung embrio dari guncangan. Ruang udara menyediakan keperluan oksigen untuk embrio. Bagian paling luar dari telur adalah cangkang yang merupakan pelindung telur dari kerusakan baik dari guncangan maupun perlindungan dari kuman penyakit. Pada cangkang telur terdapat pori yang memungkinkan pertukaran gas-gas pernapasan.

Telur dapat menetas jika dierami. Ayam, itik, dan burung mengerami telur di bagian bawah tubuhnya di atas sarang. Penyus memiliki cara unik untuk mengerami telurnya, yaitu dengan meletakkan telurnya di dalam tanah daerah pantai. Tahukah kamu apa fungsi pengeraman pada telur? Embrio pada telur dapat berkembang dengan baik jika berada pada suhu dan kelembaban

tertentu. Jika suhu kurang atau lebih rendah dari yang diperlukan oleh telur maka embrio akan berhenti berkembang. Sebaliknya, jika suhu untuk pengeraman terlalu tinggi dapat mengakibatkan kematian embrio atau ketidaknormalan perkembangan embrio. Tiap telur memerlukan suhu yang berbeda untuk dapat berkembang dan menetas menjadi individu baru. Embrio telur ayam dapat berkembang dengan baik pada suhu $38,33-40,55^{\circ}\text{C}$, itik $37,78-39,45^{\circ}\text{C}$, puyuh $39,5^{\circ}\text{C}$, dan walet $32,22-35^{\circ}\text{C}$.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.47 Ayam yang baru menetas

c. Ovovivipar

Hewan ovovivipar disebut juga hewan bertelur dan beranak. Embrio hewan yang tergolong ovovivipar sebenarnya berkembang di dalam telur, tetapi embrio tidak dikeluarkan dalam bentuk telur seperti pada hewan ovipar. Telur tetap berada di dalam tubuh induk betina. Setelah umur embrio cukup untuk dilahirkan, telur akan menetas di dalam tubuh induk dan kemudian anaknya dilahirkan. Contoh dari hewan ovovivipar antara lain kadal dan sebagian jenis ular.



Tahukah Kamu?

Cacing merupakan hewan **hermaprodit** artinya dalam satu tubuh cacing terdapat dua alat kelamin yaitu jantan dan betina. Meskipun memiliki dua alat kelamin sekaligus, cacing tidak dapat melakukan reproduksi secara seksual dengan dirinya sendiri. Pada reproduksi seksualnya cacing tetap memerlukan cacing yang lain. Kira-kira kenapa ya? Coba kamu pikirkan!



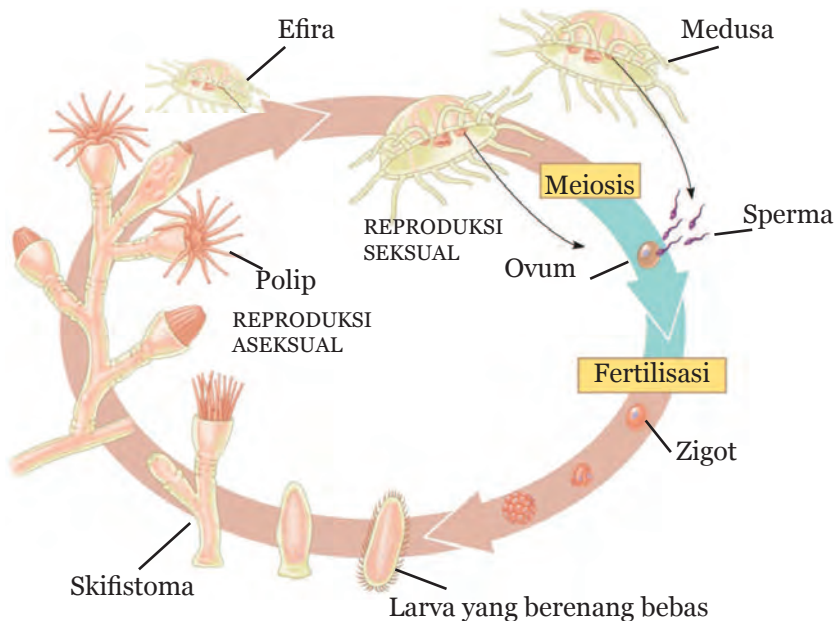
Sumber: Reece dkk., 2012

Gambar 2.48 Cacing

3. Siklus Hidup Hewan

Hewan juga mengalami siklus hidup seperti pada manusia dan tumbuhan. Dapatkah kamu menjelaskan siklus hidup kucing? Zigot kucing berkembang di dalam rahim induk betina. Setelah beberapa waktu anak kucing lahir dan menjadi kucing muda. Kucing muda tumbuh menjadi kucing dewasa yang organ reproduksinya telah siap melakukan fertilisasi. Jika fertilisasi terjadi maka akan terbentuk kembali zigot. Apakah semua hewan mengalami siklus yang sama? Apakah hewan dapat memiliki tahap generatif dan vegetatif? Tahukah kamu tentang hewan laut ubur-ubur atau *jellyfish*? Pada satu siklus hidup, ubur-ubur dapat bereproduksi secara seksual dan secara aseksual. Coba perhatikan Gambar 2.49! Ubur-ubur seringkali dijumpai dalam bentuk medusa dan berada dalam tahap generatif, yaitu dapat menghasilkan sel kelamin. Sel kelamin dilepaskan ke air dan dapat mengalami fertilisasi. Zigot akan berkembang menjadi larva.

Jika berada pada tempat yang sesuai, larva akan tumbuh menjadi polip. Pada bentuk polip, ubur-ubur dapat berkembangbiak secara aseksual melalui tunas. Polip akan berkembang dan tersusun atas strobilus. Polip strobilus mengalami reproduksi aseksual yaitu dapat terlepas dan berada pada bentuk medusa kembali.

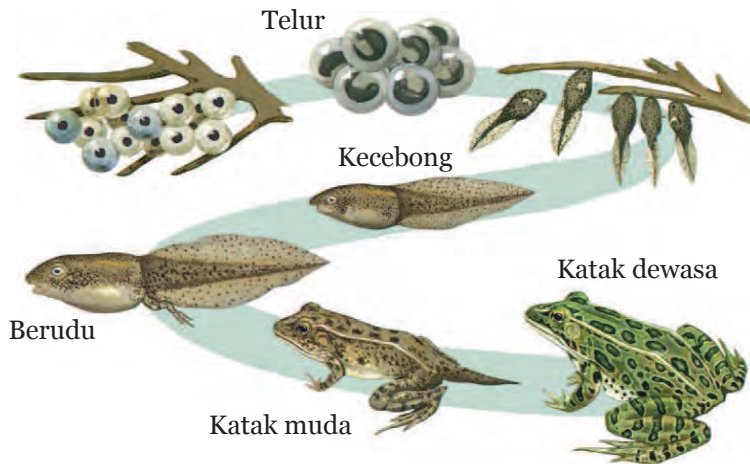


Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 2.49 Siklus Hidup Ubur-Ubur

Pernahkah kamu menjumpai puluhan bahkan ratusan kecebong pada suatu kolam? Tahukah kamu darimana asal kecebong? Telur akan dapat menetas dan menjadi individu yang menyerupai induknya, misalnya pada ayam, penyu, dan cicak. Ada pula telur yang menetas dan mengalami beberapa perubahan bentuk tubuh dalam pertumbuhannya, hingga akhirnya menjadi individu dewasa, misalnya pada kupu-kupu, nyamuk, lalat, belalang, dan katak.

Perubahan bentuk tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangan biasanya dikenal dengan istilah metamorfosis. Katak merupakan salah satu hewan yang juga mengalami metamorfosis, Gambar 2.50 menggambarkan tahapan metamorfosis yang terjadi pada katak. Coba kamu selesaikan kegiatan berikut untuk dapat mengetahui tahapan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna pada beberapa hewan.



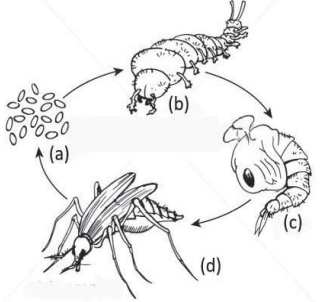
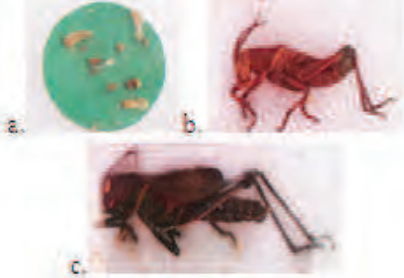
Sumber: www.dreamstime.com
Gambar 2.50 Metamorfosis Katak




Ayo, Kita Selesaikan

Lengkapilah Tabel 2.9 dengan menggambarkan tahapan ataupun memberikan gambar!

Tabel 2.9 Tahapan Metamorfosis

No	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhannya	Keterangan
1	 <p>Sumber: http://thumb7.shutterstock.com (a) Telur (b) Larva (c) Pupa (d) Nyamuk</p>	<p>Metamorfosis pada nyamuk tergolong metamorfosis sempurna, karena....</p>
2		<p>Apa saja tahapan metamorfosis yang terjadi pada belalang? Apakah pada belalang mengalami perubahan bentuk tubuh, struktur tubuh dan fungsi organ tubuh selama tahap metamorfosis? Apakah metamorfosis pada belalang dapat dikatakan metamorfosis sempurna?</p>
3	<p>Gambarkan tahap metamorfosis pada kupu-kupu dan berilah keterangan pada tiap tahapan! (a)...(b)...(c)...(d)...</p>	<p>Metamorfosis pada kupu-kupu termasuk ke dalam tipe metamorfosis...</p>

No	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhannya	Keterangan
4	<p>Gambarkan tahap metamorfosis pada kecoa dan berilah keterangan pada tiap tahapan!</p>  <p>(a)... (b)... (c)...</p>	<p>a. Metamorfosis pada kecoak termasuk ke dalam tipe metamorfosis...</p>

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Apa saja tahap metamorfosis sempurna pada hewan?
2. Apa perbedaan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna?
3. Susunlah kesimpulan dari kegiatan yang telah kamu lakukan!



Tahukah Kamu?

Serangga dapat bermanfaat bagi tumbuhan dan manusia tetapi ada pula serangga yang menjadi hama. Hama dapat diberantas secara efektif dengan menggunakan insektisida. Sayangnya, beberapa serangga dapat berkembang dan menjadi tahan terhadap insektisida atau resisten terhadap insektisida. Keadaan ini biasanya timbul sebagai akibat penggunaan satu jenis insektisida secara terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Racun pada insektisida dapat membunuh hama dan dapat pula membahayakan makhluk hidup bukan hama.

Berbagai cara untuk melakukan pengendalian biologis terhadap

hama telah dikembangkan dan diuji. Pengendalian biologis terhadap hama dilakukan dengan bantuan berbagai jenis bakteri, jamur, dan virus. Makhluk hidup parasit dan pemberian predator alami bagi hama juga berhasil dilakukan untuk mengendalikan hama tertentu. Dikembangkan pula metode pengendalian hama dengan melibatkan hama jantan. Hama jantan diberi perlakuan tertentu sehingga tidak dapat melakukan reproduksi ataupun diberikan suatu bahan kimia tertentu yang dapat mengganggu perilaku reproduksi hama maupun tingkah laku dari hama.

4. Teknologi Reproduksi pada Hewan

a. Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

Pernahkah kamu mendengar kawin suntik pada sapi? Kawin suntik atau dikenal dengan istilah inseminasi buatan (IB) adalah proses memasukkan cairan sperma (**semen**) dari sapi jantan yang unggul ke dalam saluran reproduksi sapi betina dengan bantuan manusia. Inseminasi buatan ini dilakukan dengan cara memasukkan sperma (semen) yang telah dibekukan dengan menggunakan alat seperti suntikan. Inseminasi buatan memiliki beberapa manfaat, antara lain efisiensi waktu, efisiensi biaya, dan juga memperbaiki kualitas anakan sapi. Perbaikan kualitas misalnya sebagai penghasil daging yang berkualitas (sapi potong). Sebagai contoh, untuk menghasilkan anakan sapi dengan kualitas daging yang baik dan berjumlah banyak, diambil sel-sel sperma dari sapi brahman dari India untuk diinseminasikan pada sapi betina lokal.



Sumber: www.gettyimages.com
Gambar 2.51 Inseminasi Buatan

C. Kelangsungan Hidup Hewan dan Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Adaptasi
- Seleksi alam

Istilah Penting



- Adaptasi
- Herbivora
- Karnivora
- Omnivora
- Mimikri
- Kamouflase
- Seleksi alam

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami bagaimana makhluk hidup berusaha mempertahankan diri agar tetap lestari dan sebagai wawasan bagi kamu dalam rangka mengupayakan kelestarian makhluk hidup.

Lihatlah Gambar 2.52 dengan teliti! Menurutmu apakah ada keistimewaan pada ular tersebut? Kedua ular tersebut terlihat serupa, akan tetapi kedua ular tersebut berasal dari jenis yang berbeda. Kira-kira apa fungsi kemiripan pada kedua jenis tersebut?



Sumber: Biggs dkk., 2008

Gambar 2.52 (a) Ular karang, (b) Ular *Scarlet King*

Di alam banyak kita jumpai kejadian atau peristiwa kemiripan makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya (dapat berupa lingkungan biotik dan lingkungan abiotik). Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan mempertahankan diri dari makhluk hidup. Pada ekosistem alami, terdapat peristiwa rantai makanan. Coba ingat lagi materi kelas VII tentang rantai makanan dan jaring-jaring makanan!

Tuhan Yang Maha Kuasa menganugerahi makhluk-Nya dengan kemampuan untuk mempertahankan diri dari predator atau pemangsa maupun dari perubahan lingkungan. Jika makhluk hidup tidak dapat mempertahankan diri maka proses reproduksi dapat berlangsung dan

mahluk hidup dapat punah. Pertahanan diri ini berkaitan dengan kemampuan adaptasi pada mahluk hidup. Bagaimana mahluk hidup dapat mempertahankan diri? Ayo kita pelajari materi berikut dengan penuh semangat!

1. Adaptasi

Pada proses reproduksi, terjadi pewarisan materi genetik (yang mengandung sifat atau karakter induk) pada keturunan. Materi genetik pada mahluk hidup dapat mengalami perubahan. Perubahan materi genetik memiliki keterkaitan dengan proses adaptasi mahluk hidup. Perubahan materi genetik pada individu dalam populasi memperbesar daya penyesuaian individu tersebut ketika populasinya menempati habitat yang baru atau terjadi perubahan pada lingkungan. Perubahan materi genetik yang terjadi dari waktu ke waktu pada individu dapat memberikan dampak bagi kehidupan individu tersebut. Perubahan materi genetik dapat berdampak pada perubahan karakter atau sifat dari suatu mahluk hidup. Perubahan karakter yang terjadi dapat diturunkan pada keturunannya. Jika perubahan materi genetik menyebabkan individu tersebut dapat menyesuaikan diri terhadap habitat baru ataupun terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungan habitatnya maka dapat dikatakan individu tersebut dapat beradaptasi.

a. Adaptasi pada Hewan

Adaptasi yang dilakukan oleh hewan dapat berupa adaptasi untuk memperoleh energi, adaptasi fisik dan adaptasi tingkah laku.

1) Adaptasi untuk Memperoleh Energi

Semua mahluk hidup memerlukan makan, termasuk juga hewan. Melalui proses adaptasi, hewan memiliki kemampuan yang berbeda dalam memperoleh makanan, memakan dan mencerna makanan. Berdasarkan jenis makanannya, hewan dibagi menjadi hewan herbivora, karnivora dan omnivora. Rusa, beberapa ikan, kambing, banteng, dan serangga merupakan contoh dari herbivora. Herbivora merupakan hewan pemakan tanaman. Hewan yang memakan hewan lain disebut karnivora. Misalnya elang, harimau, singa dan serigala. Beberapa karnivora merupakan pemakan sisa makanan hewan lain. Hewan yang memakan hewan lain dan juga tumbuhan disebut

omnivora. Misalnya beruang dan rakun. Perbedaan diantara ketiga jenis hewan tersebut ialah pada enzim yang terdapat pada sistem pencernaan dan pada struktur gigi. Beberapa kumbang dan lipan merupakan **detritivor**, yaitu organisme pemakan **detritus** (zat yang telah hancur dan busuk)

2) Adaptasi Fisik

Beberapa spesies hewan yang merupakan mangsa dari predator memiliki bentuk fisik yang memungkinkan mereka terhindar dari predator. Adaptasi terjadi pada hewan tertentu sehingga memiliki struktur tubuh yang seolah-olah “menyatu” dengan lingkungan. Bagian luar tubuh atau penutup tubuh hewan dapat memberikan perlindungan terhadap beberapa hewan. Beberapa serangga memiliki kulit luar yang keras. Kura-kura, penyu dan beberapa hewan yang tinggal di air memiliki struktur pelindung yang berfungsi melindungi hewan tersebut dari predator. Ukuran tubuh juga merupakan salah satu tipe pertahanan diri. Hewan yang berukuran besar biasanya lebih aman daripada hewan berukuran kecil.

Mimikri adalah salah satu kemampuan hewan dari hasil adaptasi, dimana suatu hewan memiliki kemiripan dengan hewan lain secara tingkah laku maupun penampilan. Salah satu kejadian mimikri ialah pada ular *scarlet king* yang menyerupai ular karang (Gambar 2.53). Ular *scarlet king* bukanlah ular yang berbahaya, namun ular karang adalah jenis ular yang berbahaya. Ular *scarlet king* yang kurang berbahaya mengalami perubahan materi genetik dari waktu ke waktu untuk berkembang menyerupai spesies ular yang berbahaya seperti ular karang. Jika predator tidak dapat membedakan diantara dua hewan tersebut, predator biasanya tidak akan memangsa semua hewan tersebut. Contoh lainnya adalah belalang yang menyerupai bunga angrek untuk menghindari dari predator.



Sumber: www.freedigitalphotos.net

Gambar 2.53 Belalang yang Menyerupai Angrek

Beberapa hewan memiliki penampilan yang menyerupai lingkungannya, misalnya serangga yang berwarna hijau yang tinggal di rerumputan. Suatu tanda atau warna yang membantu hewan bersembunyi di lingkungan dari predator disebut **kamuflase**. Bunglon memiliki kemampuan untuk merubah warna tubuh menyesuaikan dengan tempat sekitarnya. Kamuflase juga merupakan salah satu adaptasi yang dilakukan oleh predator untuk mengelabui mangsa. Macan memiliki lurik yang membuatnya tersembunyi pada rumput yang tinggi. Paus pembunuh berwarna hitam pada permukaan tubuh mereka dan putih pada bagian bawah. Dari permukaan warna paus akan menyatu pada kegelapan lautan dalam. Jika terlihat dari bawah, bagian tubuh bawah paus yang putih membuatnya terlihat seperti warna cerah langit. Adaptasi ini memungkinkan predator sukses dalam melakukan perburuan.

3) Adaptasi Tingkah Laku

Hewan melakukan adaptasi secara fisik, akan tetapi hewan juga melakukan adaptasi secara tingkah laku. Adaptasi tingkah laku memungkinkan hewan untuk menangkap mangsa ataupun untuk menghindari predator. Bahan kimia merupakan bahan yang sering digunakan oleh beberapa hewan untuk menghindari predator. Beberapa semut dan kumbang mengeluarkan cairan berbau tidak enak. Ketika cumi dan gurita merasa terancam, hewan tersebut dapat menyemburkan tinta sehingga dapat melepaskan diri dari predator.

Perilaku berkelompok merupakan salah satu tingkah laku yang dapat melindungi kawanan hewan dari buruan predator. Misalnya ikan yang membentuk kawanan, karena kawanan ikan terlihat seperti organisme yang besar sehingga ikan predator tidak akan memangsa kawanan ikan tersebut. Bagi predator, dengan berkelompok membentuk kawanan akan dapat memperoleh mangsa yang lebih besar daripada berburu secara individu.

b. Adaptasi pada Tumbuhan

Tumbuhan juga melakukan adaptasi. Adaptasi dilakukan agar tumbuhan dapat bertahan hidup di daratan. Adaptasi yang dilakukan ialah berupa perlindungan dan penyokong, substansi tambahan pada dinding sel, dan adaptasi pada reproduksi.

1) Perlindungan dan Penyokong

Air merupakan komponen penting bagi semua makhluk hidup, begitupun bagi tumbuhan. Adaptasi bagaimanakah yang membantu tumbuhan mempertahankan kandungan airnya? Batang, daun maupun bunga memiliki lapisan sel epidermis yang diselubungi oleh **kutikula**.

Kutikula merupakan suatu lapisan lilin yang disekresikan oleh sel ke bagian permukaan tanaman. Kutikula memperlambat kehilangan air pada tumbuhan. Penyokong merupakan bentuk adaptasi yang dilakukan tumbuhan agar dapat tumbuh dengan kuat di daratan. Sel tumbuhan memiliki dinding sel yang tersusun atas selulosa. Selulosa memberikan bentuk dan kekuatan pada tanaman.

Pada permukaan daun beberapa tumbuhan memiliki stomata yang umumnya membuka pada siang hari dan menutup pada malam hari. Stomata membuka di siang hari ketika tumbuhan membutuhkan zat yang diperlukan untuk fotosintesis. Stomata juga dapat menutup ketika tumbuhan kehilangan banyak air. Adaptasi ini juga dapat mempertahankan keberadaan air pada sel daun tumbuhan.

2) Zat Tambahan pada Dinding Sel

Beberapa sel tumbuhan menghasilkan substansia lain selain selulosa untuk membuat dinding sel lebih kuat. Misalnya daun pada tanaman pinus yang tahan terhadap es yang membeku di atasnya.

3) Reproduksi

Adaptasi pada reproduksi juga dapat membantu tumbuhan bertahan hidup di daratan, misalnya saja tumbuhan memiliki spora yang tahan terhadap kekeringan. Tumbuhan lain memiliki biji yang dilapisi oleh lapisan yang dapat mencegah biji kekurangan air. Adaptasi dalam proses penyebaran biji. Beberapa biji memiliki struktur yang membantu biji tersebut untuk tersebar dan jatuh pada tempat yang sesuai untuk tumbuh. Coba ingat lagi pada sub bab penyebaran biji, apa saja perantara penyebaran biji? Biji dandelion memiliki “sayap” yang membantunya untuk dapat terbang jika tertiuip angin. Biji beberapa rerumputan memiliki kait yang mudah terikat pada baju maupun bulu burung sehingga dapat tersebar melalui perantaraan manusia maupun burung. Kelapa memiliki sabut kelapa yang juga memiliki fungsi menyerupai pelampung sehingga kelapa dapat mengapung di air dan terbawa aliran air.

2. Seleksi Alam

Pernahkah kamu mendengar tentang seleksi alam? Tahukah kamu apa yang diseleksi oleh alam dan apa pula hasil dari seleksi alam? Di alam terdapat hubungan mangsa dan predator. Umumnya predator bergantung pada warna dan bentuk tubuh mangsa dalam mengenali mangsanya. Keberadaan mangsa yang tidak mencolok cenderung menyulitkan predator untuk menangkapnya. Ada hewan-hewan yang menjadi sedikit jumlahnya karena tidak mampu mempertahankan diri dari predator serta tidak dapat melakukan reproduksi. Ada pula hewan yang tetap hidup karena mampu bertahan dari serangan predator. Benarkah pernyataan ini? Ataupun kamu memiliki pendapat yang lain? Ayo buktikan dengan melakukan Aktivitas 2.5!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.5 Kamufase Biji-bijian

Apa yang akan kamu lakukan?

Kamu akan melakukan proses seleksi pada beberapa jenis biji-bijian untuk membuktikan peristiwa seleksi alam

Apa yang kamu perlukan?

- 20 Biji jagung
- 20 Biji kacang hijau
- 20 Biji kedelai
- 1 lembar plastik/wadah untuk mencampur
- 1 gelas bekas air mineral
- Penghitung waktu
- Kertas alas seukuran A3 berwarna hijau/kuning/putih (pilihan)

Rumuskan variabel dalam penelitian yang akan kamu lakukan!

- Variabel bebas
- Variabel kontrol
- Variabel terikat

Cobalah menyusun hipotesis penelitian!

.....
.....

Apa yang kamu lakukan?

1. Masukkan semua biji ke dalam plastik/wadah
2. Campurkan semua biji
3. Sebarkan biji di tanah yang berumput/ di atas kertas alas
4. Cobalah untuk menjadi predator! Dalam waktu 30 detik cobalah untuk melakukan perburuan biji-bijian dan masukkan biji ke dalam suatu wadah
5. Setelah 30 detik coba hitunglah jumlah tiap jenis biji yang telah dikumpulkan.

Apa yang perlu kamu diskusikan!

1. Biji apakah yang paling banyak terambil dan biji apa pula yang paling sedikit terambil?
2. Apa sebab biji tertentu menjadi paling banyak terambil dan ada pula yang sedikit terambil?
3. Apa kesimpulan dari percobaan yang telah kamu lakukan?

Setelah melakukan Aktivitas 2.5, dapatkah kamu merumuskan apa yang dimaksudkan dengan seleksi alam? Apa yang diseleksi? Bagaimana terjadinya seleksi alam? Makhluk hidup yang karakternya atau sifatnya dapat membuatnya bertahan hidup menghadapi lingkungan baru ataupun perubahan lingkungan serta dapat bereproduksi, tidak akan mengalami kepunahan. Makhluk hidup demikian dapat dikatakan lolos seleksi alam.



Ayo, Kita Renungkan

Setiap makhluk hidup diberi kemampuan untuk mempertahankan keberadaannya di muka bumi agar tidak punah dan tetap lestari, termasuk tumbuhan dan hewan. Tumbuhan dan hewan serta makhluk hidup yang lain, dianugerahi oleh Tuhan kemampuan untuk dapat bereproduksi dan beradaptasi. Dapat dibayangkan bagaimana akibatnya bagi manusia jika hewan dan tumbuhan berhenti bereproduksi, bahkan tidak ada lagi yang dapat memanfaatkan energi matahari seperti yang dilakukan tumbuhan. Kemampuan reproduksi pada tumbuhan dan hewan sangat beragam, dari yang paling sederhana dengan hanya membelah diri, sampai ke yang paling kompleks seperti pada mamalia. Dengan kemampuan reproduksi yang demikian, bukan berarti kita juga dapat memanfaatkan mereka sesuka hati kita. Kita juga harus menjaga kelestarian lingkungan, dalam memanfaatkan tumbuhan dan hewan bagi keperluan kita. Pemanfaatan berlebihan tanpa menjaga keseimbangan ekosistem dapat menyebabkan kepunahan jenis-jenis tumbuhan dan hewan.



Info Tokoh



815

Ad Dinawari



Mengklasifikasi tumbuhan berdasarkan cara tumbuh. menemukan perbedaan seksual anatar tumbuhan, mendeskripsikan ciri dan karakter tumbuhan, tanah yang tepat untuk ditanami serta menjelaskan fase pertumbuhan dan reproduksi tumbuhan

Ibnu Al Baytar



Mendeskripsikan berbagai macam tumbuhan dan menuliskan bermacam tanaman obat

1248



1729

Lazzaro Spallanzani



Melakukan inseminasi buatan pertama dai hewan vivipar, yaitu pada anjing *spaniel*



Carolus Linnaeus

Membagi dunia tanaman dan hewan menjadi kelompok besar yang disebut kelas. Menemukan sistem penamaan makhluk hidup, yang dikenal dengan nama *Binominal Nomenclature*.

1707-1788



1834 -1914

August Weismann



Pencetus teori plasma nutfah, yang menurut teori ini, pewarisan pada organisme multiseluler hanya terjadi melalui sel nutfah seperti sel telur dan sel sperma

Norman Ernest Borlaug



Perintis teknologi budidaya tanaman pangan di wilayah Amerika dan Asia, sebagai salah satu upaya mengurangi kelaparan

1914 - 2009



1940- 2011

Wangari Maathai



Perintis gerakan menjaga keseimbangan lingkungan di Afrika dengan mengajak warga negara Kenya menanam pohon. Hingga kini lebih dari 40 juta pohon telah di tanam di Afrika.



Rangkuman

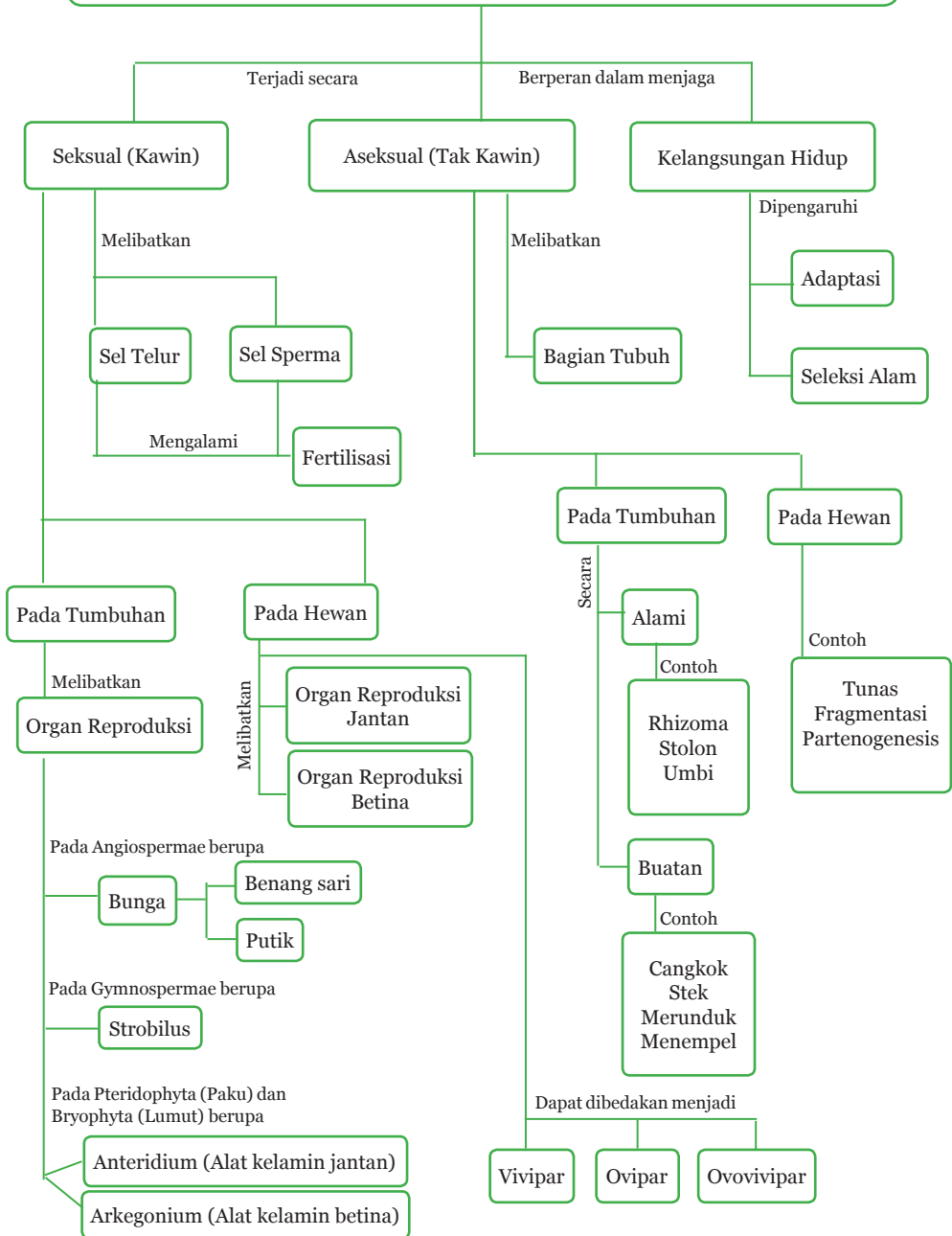
1. Tumbuhan dan hewan dapat melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual.
2. Reproduksi aseksual adalah reproduksi tumbuhan atau hewan tanpa melewati proses fertilisasi. Reproduksi aseksual menggunakan organ tubuh ataupun bagian tubuh hewan ataupun tumbuhan.
3. Reproduksi seksual adalah reproduksi yang melalui proses fertilisasi, yaitu proses peleburan inti sel kelamin jantan (sel sperma) dan inti sel kelamin betina (sel telur).
4. Reproduksi aseksual alami tumbuhan *Angiospermae* dengan menggunakan rhizoma, stolon, umbi lapis, umbi batang, kuncup adventif daun, dan anakan. Reproduksi aseksual buatan dapat dilakukan melalui cangkok, merunduk, menyambung, menempel dan setek. Reproduksi seksual merupakan cara reproduksi yang melibatkan sel kelamin dan fertilisasi. Reproduksi seksual pada tumbuhan melibatkan sel kelamin berupa sel sperma yang dihasilkan oleh serbuk sari dan sel telur yang dihasilkan oleh putik.
5. Reproduksi pada tumbuhan *Gymnospermae* secara seksual melalui penyerbukan dan pembuahan yang terjadi pada strobilus. Reproduksi aseksual terjadi melalui tunas akar pada tumbuhan pinus dan bulbil pada tanaman pakis haji
6. Tumbuhan paku (*Pteridophyta*) mengalami tahap gametofit dan sporofit. Reproduksi seksual terjadi pada tahap gametofit yaitu dengan dihasilkannya sel kelamin. Sel kelamin jantan dan betina yang dihasilkan akan mengalami fertilisasi. Tahapan selanjutnya ialah tahap sporofit, yaitu dimulai ketika zigot hasil fertilisasi akan tumbuh menjadi tumbuhan paku yang dapat menghasilkan spora.
7. Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) mengalami reproduksi seksual dan aseksual pada satu kali siklus hidupnya. Reproduksi seksual dengan menghasilkan gamet jantan dan gamet betina, yaitu pada tahap gametofit. Pada tahap sporofit tumbuhan lumut menghasilkan spora. Reproduksi lumut secara aseksual dapat melalui *gemmae* atau kuncup.

8. Teknologi reproduksi pada tumbuhan meliputi vertikultur, hidroponik, dan kultur jaringan tumbuhan.
9. Hewan dapat melakukan reproduksi aseksual melalui tunas, fragmentasi, dan partenogenesis.
10. Berdasarkan cara perkembangan dan kelahiran embrionya hewan yang bereproduksi secara seksual dibagi menjadi hewan vivipar, ovipar dan ovovivipar.
11. Beberapa hewan dapat mengalami tahap reproduksi seksual dan tahap reproduksi aseksual dalam satu kali siklus hidup, misalnya pada ubur-ubur.
12. Beberapa hewan dapat mengalami metamorfosis atau perubahan struktur tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangannya. Metamorfosis dapat digolongkan menjadi metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.
13. Teknologi reproduksi pada hewan ialah melalui inseminasi buatan.
14. Hewan dan tumbuhan terjaga kelangsungan hidupnya selain melalui reproduksi juga melalui peristiwa adaptasi dan seleksi alam



Peta Konsep

Sistem Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan





Uji Kompetensi

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

1. Reproduksi yang memungkinkan tumbuhan mewarisi semua karakteristik atau sifat hanya dari satu induk adalah reproduksi secara
 - a. generatif
 - b. vegetatif
 - c. seksual
 - d. alami
2. Yang merupakan kelompok reproduksi vegetatif buatan adalah
 - a. rhizoma, enten, tunas adventif
 - b. okulasi, stolon, tunas adventif
 - c. merunduk, enten, okulasi
 - d. merunduk, enten, umbi lapis
3. Berikut menunjukkan seekor kupu-kupu hinggap pada bunga A lalu membawa serbuk sari dari bunga A ke bunga B. Hasil yang akan terjadi dari peristiwa tersebut adalah

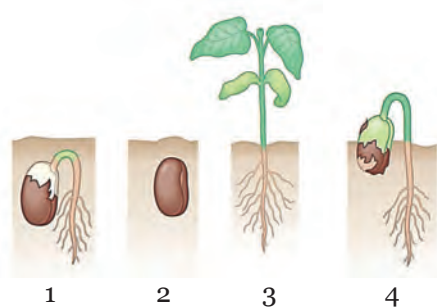


A

B

- a. keturunan dari pohon A akan terlihat seperti tanaman B
- b. keturunan dari tanaman B akan terlihat seperti pohon A
- c. keturunan dari tanaman B akan terlihat seperti pohon A dan tanaman B
- d. tidak akan terbentuk keturunan karena serbuk sari berasal dari jenis tanaman yang berbeda.

4. Gambar berikut menunjukkan tanaman buncis pada tahap pertumbuhan yang berbeda. Urutan tahapan pertumbuhan yang benar adalah



- a. 2, 1, 3, 4
b. 2, 4, 1, 3
c. 3, 2, 1, 4
d. 4, 2, 3, 1
5. Dayu meletakkan beberapa biji kacang di piring yang diberi kapas basah. Siti juga menaruh beberapa biji kacang di piring dekat piring Dayu dan merendamnya dalam air. Setelah dua hari biji kacang milik Dayu berkecambah sedangkan biji kacang milik Siti tidak. Penyebab tidak tumbuhnya pada biji milik Siti adalah
a. biji kacang milik Siti memerlukan lebih banyak udara
b. biji kacang milik Siti memerlukan lebih banyak cahaya
c. Siti tidak menaruh piring di tempat yang cukup hangat
d. Siti seharusnya menggunakan jenis biji kacang yang berbeda
6. Peristiwa berikut yang terjadi selama fertilisasi pada hewan adalah
a. produksi sel sperma dan sel telur
b. penyatuan sel sperma dan sel telur
c. pembelahan sel telur
d. perkembangan embrio
7. Fungsi pemberian perlakuan khusus pada serangga jantan agar tidak memproduksi sperma adalah untuk
a. meningkatkan jumlah serangga betina
b. mengurangi jumlah populasi serangga
c. menghasilkan spesies baru serangga
d. mencegah serangga kawin

8. Untuk mencari tahu apakah biji tumbuh lebih baik di tempat terang kita dapat meletakkan beberapa biji kacang hijau di kertas yang lembab dan
- meletakkan biji di tempat gelap dan hangat
 - meletakkan biji satu kelompok di tempat terang dan yang lain di tempat gelap
 - meletakkan biji di tempat hangat dan terang
 - meletakkan biji tersebut di tempat terang dingin dan gelap dingin
7. Ketika ulat menjadi dewasa, maka bentuknya akan menjadi



a. (kelelawar)



c. (katak)



b. (kupu-kupu)



d. (belalang)

8. Anak ayam tumbuh di dalam telur selama 21 hari sebelum menetas. Cadangan makanan anak ayam sebelum menetas adalah
- makanan dari induk betina
 - putih telur yang mengandung protein albumin
 - kuning telur yang ada pada telur
 - kuning telur dan putih telur yang terdapat di dalam telur

B. Uraian

1. Jelaskan cara reproduksi tumbuhan secara seksual!
2. Perhatikan gambar berikut!



Sumber: www.ergo-log.com
Gambar Buah Paprika

Siti dan Beni mempelajari tentang tanaman. Menurut Beni berdasarkan gambar paprika tersebut, kedua paprika berbeda jenis karena berbeda warna. Sedangkan menurut Siti kedua paprika tersebut jenisnya sama, paprika merah berwarna merah karena berumur lebih tua dan sudah matang. Menurut kamu, pendapat Siti atau Beni yang benar? Coba uraikan cara yang dapat kamu lakukan untuk membuktikan pendapat yang menurutmu benar!

3. Beni telah mengembangbiakkan pohon mangga, satu dengan cara mencangkok dan satu dengan cara menanam bijinya. Dari kedua cara menanam tersebut analisislah, manakah di antara kedua cara penanaman tersebut yang akan menghasilkan sifat yang sama dengan induknya? Manakah yang akan cepat berbuah? Kaitkan dengan perbedaan sifat keturunan hasil reproduksi vegetatif dan generatif!
4. Nyamuk merupakan salah satu serangga yang mengalami metamorfosis sempurna. Jika Andi ingin mencegah reproduksi nyamuk yang ada di lingkungan rumahnya, maka pada tahapan manakah yang harus diberi perlakuan oleh Andi? Jelaskan jawabanmu!
5. Ayam petelur diberi perlakuan khusus agar dapat menghasilkan telur setiap hari. Telur ayam petelur apabila dierami tidak akan menetas menjadi anak ayam. Analisislah mengapa telur tersebut tidak dapat berkembang menjadi anak ayam!



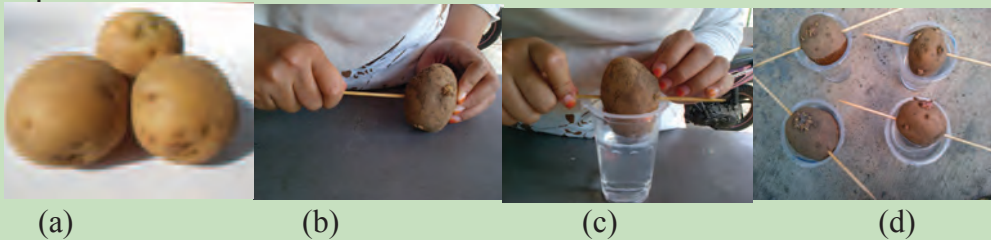
Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengamati reproduksi vegetatif pada kentang

Pada kegiatan ini kamu akan mengamati reproduksi vegetatif pada kentang

Apa yang kamu perlukan?

1. 5 buah kentang
2. 5 gelas bekas air mineral
3. Tusuk gigi 25 buah
4. Air



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.54 Proses reproduksi kentang dengan menggunakan tunas. (a) Kentang yang memiliki mata tunas, (b) Kentang ditusuk menggunakan lidi, (c) Kentang diletakkan di atas gelas air mineral berisi air, (d) Kentang didiamkan agar bertunas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Tempatkan kentang dalam gelas air mineral yang berisi air dengan tusuk gigi sebagai pegangan (lihat gambar).
2. Gantilah air setiap hari.
3. Lakukan pengamatan setiap hari.
4. Catat hari ke berapa akar dan tunas mulai tumbuh.
5. Setelah tunas tumbuh sekitar 5 cm, pindahkan kentang ke dalam pot yang berisi media tanah.
6. Lakukan penyiraman setiap hari.
7. Amatilah dan catat data yang menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan sampai tanaman tersebut berbunga.



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengamati reproduksi vegetatif pada kentang

Apa yang akan kamu lakukan?

Pada kegiatan ini kamu akan mempelajari bagaimana cara manusia membantu tanaman untuk melakukan reproduksi vegetatif, yaitu menanam tanaman dari batang atau dari daun.

Apa yang kamu perlukan?

1. Tanah
2. Pasir
3. *Polibag*/wadah yang telah dilubangi bagian bawahnya (pilihan)
4. Cetok/sekop/cangkul
5. Batang tanaman (batang puring, batang mawar, batang singkong atau bahan lain yang dapat ditemukan di lingkungan sekitar yang dapat disetek) atau daun tanaman lidah mertua
6. Pisau, dan
7. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Campur tanah dan pasir dengan sekop.
2. Masukkan campuran tanah dan pasir ke dalam *polibag* atau wadah (jika tidak menggunakan wadah, maka dapat langsung ditanam di tanah yang telah terlebih dahulu digemburkan dengan bantuan sekop atau cangkul).

Jika kamu menyetek batang tanaman

1. Bersihkan daun yang terdapat pada cabang batang tanaman. Berhati-hatilah ketika bekerja pada daun yang berduri.
2. Tancapkan batang pada media tanam (tanah dan pasir).
3. Setiap 2 hari sekali kamu dapat menyirami stek batang tanaman.
4. Cermatilah perkembangan stek batang tanaman.

Jika kamu menyetek daun tanaman

1. Potonglah daun lidah mertua menggunakan pisau atau alat pemotong. Berhati-hatilah ketika bekerja dengan benda yang tajam.
2. Tancapkan daun pada media tanam.
3. Setiap 2 hari sekali kamu dapat menyirami stek batang tanaman.
4. Cermatilah perkembangan stek daun tanaman.

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Apakah perkembangan yang terjadi pada daun lidah mertua?
2. Apakah terdapat perkembangan pada batang tanaman?
3. Pada hari ke berapa mulai muncul perkembangan pada setek tanaman?

Bab 3 Kependudukan dan Lingkungan

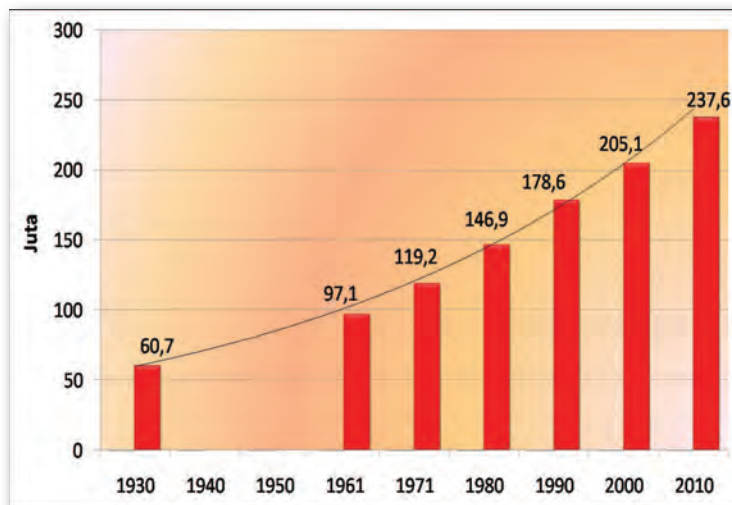


Sensus penduduk pada tahun 1990, 2000, dan 2010 secara berturut-turut menunjukkan bahwa jumlah penduduk di Indonesia adalah 178,6 juta; 205,1 juta dan 237,6 juta jiwa. Berdasarkan data tersebut, kita dapat mengetahui bahwa jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Akan tetapi, wilayah yang dapat digunakan sebagai pemukiman, dari tahun ke tahun luasnya tidak mengalami penambahan, bahkan ada kemungkinan mengalami pengurangan.

Coba perhatikan gambar di atas! Apa yang dapat kamu ceritakan setelah mengamati gambar tersebut? Apakah keadaan daerah tempat tinggalmu juga demikian? Mengapa kondisi seperti pada gambar tersebut dapat terjadi? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut ayo, pelajari materi pada bab ini dengan penuh semangat!

Maha Kuasa Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan langit dan bumi beserta isinya dengan sangat sempurna sehingga dapat dijadikan tempat tinggal bagi makhluk hidup. Melalui kekuasaannya, Tuhan telah menciptakan air yang merupakan kebutuhan penting bagi makhluk hidup di bumi. Tuhan telah menyediakan oksigen melalui berbagai mekanisme untuk memenuhi kebutuhan udara pernapasan bagi makhluk hidup di bumi. Selain air dan oksigen, masih banyak lagi nikmat yang telah diberikan oleh Tuhan kepada makhluknya sehingga berbagai mekanisme kehidupan di bumi dapat berjalan dengan sangat luar biasa. Manusia sebagai makhluk yang dikarunia akal dan pikiran oleh Tuhan, hendaknya senantiasa bersyukur segala nikmat yang telah dianugerahkan oleh Tuhan dengan cara selalu menjaga lingkungan. Apabila lingkungan sekitar terjaga maka kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya dapat terpenuhi.

Manusia sebagai penduduk di bumi, pertumbuhannya dapat mempengaruhi lingkungan. Kamu tentunya telah mengetahui informasi bahwa jumlah penduduk dunia termasuk Indonesia mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Menurut pendapatmu, benarkah informasi tersebut? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, sekarang perhatikan Gambar 3.1! Selanjutnya, ceritakan apa yang dapat kamu pahami dari gambar tersebut kepada teman sebangkumu!



Sumber: Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat per Provinsi

Gambar 3.1 Grafik Jumlah Penduduk Indonesia

A. Dinamika Peduduk

Ayo, Kita Pelajari



- Kelahiran (Natalitas)
- Kematian (Mortalitas)
- Perpindahan Penduduk (Migrasi)



Istilah Penting

- Dinamika populasi
- Kelahiran
- Kematian
- Perpindahan penduduk (migrasi)

Mengapa Penting?



Setelah mempelajari materi ini kamu akan dapat memahami bahwa jumlah penduduk dalam suatu daerah akan mengalami perubahan dari waktu ke waktu.

Setiap 10 tahun sekali pemerintah menyelenggarakan cacah jiwa atau sensus penduduk. Cacah jiwa atau sensus penduduk merupakan cara pengumpulan data melalui pencatatan penduduk. Program ini dilaksanakan untuk mengetahui jumlah penduduk Indonesia dari waktu ke waktu. Pada kegiatan sebelumnya kamu telah mencermati Gambar 3.1. Gambar tersebut merupakan grafik yang menunjukkan jumlah penduduk Indonesia tahun 1930 – 2010. Berdasarkan grafik tersebut, jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan dari waktu ke waktu.

Coba sekarang kamu perhatikan penduduk di sekitar rumahmu! Pada kurun waktu tertentu, adakah bayi yang lahir atau adakah warga yang meninggal? Coba perhatikan pula, adakah warga yang pindah rumah ke daerah lain atau adakah warga yang datang ke daerahmu? Agar kamu dapat menyelidiki perubahan komposisi penduduk di suatu wilayah ayo, lakukan Kegiatan 3.1 dengan semangat!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.1 Menyelidiki Perubahan Komposisi Penduduk di Suatu Wilayah

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Cermatilah bersama teman satu kelompokmu data yang tersaji pada Tabel 3.1
2. Susunlah grafik dari data yang tersaji pada Tabel 3.1

Pada saat kamu membuat grafik lakukan dengan teliti dan jangan lupa bekerjasama dengan teman satu kelompokmu.

Tabel 3.1 Perubahan Jumlah Penduduk di Kecamatan Taman Sari Tahun 2010-2012

No.	Data Penduduk	Tahun 2010	Tahun 2011	Tahun 2012
1	Jumlah bayi lahir	56	60	72
2	Jumlah penduduk yang meninggal	48	36	60
3	Jumlah penduduk yang masuk atau datang ke wilayah tersebut	80	82	86
4	Jumlah penduduk yang meninggalkan atau keluar dari wilayah tersebut	42	46	72

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Cermatilah bersama teman satu kelompokmu data yang tersaji pada Tabel 3.1
2. Susunlah grafik dari data yang tersaji pada Tabel 3.1. Gunakan *ballpoint* atau spidol warna untuk mempermudah kamu dalam membedakan data bayi lahir, jumlah penduduk meninggal, jumlah penduduk yang masuk, dan jumlah penduduk yang keluar dari wilayah tersebut!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan Tabel 3.1, bagaimanakah perubahan data penduduk nomor 1, 2, 3, dan 4 dalam waktu tiga tahun?
2. Apakah perubahan komposisi penduduk dapat mempengaruhi jumlah penduduk di suatu daerah dari tahun ke tahun?
3. Mengapa dalam suatu daerah selalu terjadi perubahan komposisi penduduk dari waktu ke waktu?

Setelah menyelesaikan Kegiatan 3.1, apakah komposisi penduduk di Kecamatan Taman Sari mengalami perubahan? Perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu disebut dengan **dinamika penduduk**. Dinamika penduduk dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi).

1. Kelahiran (Natalitas)

Adakah di antara kamu yang memiliki adik? Dengan hadirnya adik tersebut berarti jumlah anggota keluarga di rumahmu bertambah. Pertambahan anggota keluarga ini tentunya juga akan mempengaruhi jumlah penduduk di daerah tempat tinggalmu.

Agar dapat mengetahui jumlah kelahiran bayi hidup setiap 1.000 penduduk di suatu wilayah dalam kurun waktu satu tahun maka perlu dilakukan penghitungan angka kelahiran. Angka kelahiran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Angka Kelahiran} = \frac{\text{Jumlah Bayi Lahir dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1.000$$



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 3.2 Bayi Baru Lahir

Setelah melakukan penghitungan angka kelahiran, selanjutnya hasilnya dicocokkan dengan acuan penggolongan angka kelahiran berikut ini.

- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka kurang dari 20 (<20), maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong **rendah**.
- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka antara 20 –30, maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong **sedang**.
- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka lebih dari 30 (>30), maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong **tinggi**.

2. Kematian (Mortalitas)

Coba kamu pikirkan, apabila di suatu wilayah ada seseorang yang meninggal, bagaimanakah jumlah penduduk di wilayah tersebut? Kematian adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan penurunan jumlah penduduk. Agar dapat mengetahui jumlah kematian setiap 1.000 penduduk di suatu wilayah dalam waktu satu tahun maka perlu dilakukan penghitungan angka kematian. Angka kematian dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Angka Kematian} = \frac{\text{Jumlah Penduduk Meninggal dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1.000$$

Setelah melakukan penghitungan angka kematian, cocokkan hasilnya dengan acuan penggolongan angka kematian sebagai berikut.

- Apabila angka kematian menunjukkan angka kurang dari 14 (<14), maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong **rendah**.
- Apabila angka kematian menunjukkan angka antara 14 – 18, maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong **sedang**.
- Apabila angka kematian menunjukkan angka lebih dari 18 (>18), maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong **tinggi**.



Ayo, Kita Selesaikan

Pada tahun 2010 jumlah penduduk Kota Malang adalah 820.243 jiwa. Jumlah bayi yang lahir di Kota Malang pada tahun tersebut adalah 1.271 jiwa dan jumlah penduduk yang meninggal adalah 1.020 jiwa. Tergolong apakah tingkat kelahiran dan kematian penduduk di Kota Malang?

3. Perpindahan Penduduk (Migrasi)

Pernahkah kamu memiliki tetangga baru? Apakah kamu tahu, dimanakah sebelumnya tetanggamu itu tinggal? Datangnya tetangga baru tersebut akan menyebabkan jumlah penduduk di wilayahmu bertambah. Proses perpindahan penduduk akan menyebabkan jumlah penduduk di suatu wilayah bertambah dan berkurang. Menurut pendapatmu, jenis perpindahan penduduk apakah yang dapat menyebabkan jumlah penduduk di suatu wilayah berkurang? Agar kamu lebih memahaminya, selesaikan aktivitas berikut ini!



Ayo, Kita Pikirkan

Termasuk migrasi apakah yang dilakukan oleh beberapa penduduk berikut ini?

No.	Penjelasan	Jenis Migrasi
1.	<p>Pada Tahun 2005 Beni dan keluarganya tinggal di Kota Bandung. Kemudian, pada tahun 2010 ia dan keluarganya pindah ke Kota Makassar karena ayahnya dipindahtugaskan ke kota tersebut.</p> <p>a. Bagi Kota Bandung, jenis migrasi apa yang dilakukan oleh Beni dan keluarganya?</p> <p>b. Bagi Kota Makassar, jenis migrasi apa yang dilakukan oleh Beni dan keluarganya?</p>	<p>a.....</p> <p>b.....</p>
2.	<p>Pada awalnya Siti dan keluarganya tinggal di Desa Sukamaju. Kemudian ia dan keluarganya pindah dari desa tersebut dan tinggal di Jakarta. Jenis migrasi apa yang dilakukan oleh Siti dan keluarganya?</p>	<p>.....</p>



Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah informasi tentang jumlah penduduk di kota-kota besar di pulaumu. Kamu dapat mencari informasi tersebut melalui internet, buku ensiklopedia, koran, televisi atau cara lainnya. Setelah memperoleh informasi tersebut jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Masih ingatkah kamu cara membuat diagram batang? Buatlah diagram batang dari data yang telah kamu peroleh.
2. Kota manakah yang memiliki jumlah penduduk paling banyak? Mengapa kota tersebut memiliki penduduk paling banyak?
3. Kota manakah yang memiliki jumlah penduduk paling sedikit? Mengapa kota tersebut memiliki penduduk paling sedikit?

B. Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan

Ayo, Kita Pelajari



- Penurunan kualitas lingkungan akibat limbah atau sampah
- Berkurangnya air bersih, udara bersih, ruang, dan lahan pertanian



Istilah Penting

- Pencemaran
- pH
- Polutan

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami apa saja permasalahan lingkungan yang ada disekitar kita, sehingga kamu dapat termotivasi untuk menjadi pelopor dalam memecahkan permasalahan tersebut.

Pada bagian sebelumnya, kamu telah mengetahui bahwa jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Menurut pendapatmu, apakah peningkatan jumlah penduduk memberikan dampak terhadap lingkungan di sekitar tempat tinggal? Jika memberikan dampak terhadap lingkungan, bagaimanakah dampaknya terhadap lingkungan? Coba ceritakan pendapatmu kepada teman sebangkumu!

Adakah di antara kamu yang menjawab bahwa salah satu dampak peningkatan jumlah penduduk terhadap lingkungan adalah terjadinya pencemaran yang diakibatkan oleh sampah rumah tangga? Agar lebih memahaminya coba perhatikan materi berikut ini!

1. Penurunan Kualitas Lingkungan Akibat Limbah/Sampah

Kualitas lingkungan dapat menurun akibat banyaknya sampah atau bahan pencemar lain. Sampah yang dihasilkan dalam skala rumah tangga seringkali tampak sedikit dan tidak dianggap mencemari lingkungan. Padahal, jika dilihat di sekitar kita justru sampah rumah tangga yang banyak mencemari lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengetahui lebih banyak sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga, ayo kita lakukan Aktivitas 3.2 berikut.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.2 Menghitung Volume Sampah yang dihasilkan oleh Rumah Tangga

Apa yang kamu perlukan?

1. Kantong plastik ukuran besar,
2. timbangan,
3. sarung tangan, dan
4. masker.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Hitunglah jumlah seluruh anggota keluargamu.
2. Kumpulkan semua sampah yang dihasilkan di rumahmu selama satu hari.

Sebaiknya kamu menggunakan sarung tangan dan masker pada saat mengumpulkan sampah

3. Masukkan seluruh sampah yang telah kamu kumpulkan ke dalam kantong plastik.
4. Timbanglah sampah yang ada di dalam kantong plastik tersebut.

5. Setelah selesai menimbang sampah, cucilah timbangan dan tanganmu sampai bersih dengan menggunakan sabun.
6. Catatlah hasil dari kegiatan menimbang sampah yang kamu lakukan pada Tabel 3.2 baris pertama.
7. Coba tanyakan kepada 10 orang temanmu tentang data yang telah mereka peroleh.
8. Tuliskan data tersebut pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jumlah Sampah Rumah Tangga Beberapa Keluarga yang dikumpulkan dalam Waktu Satu Hari

No.	Nama	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Sampah Rumah Tangga
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Di antara kesepuluh temanmu, siapakah yang jumlah sampah rumah tangganya paling banyak? Berapa jumlah anggota keluarga temanmu tersebut?
 2. Di antara kesepuluh temanmu, siapakah yang jumlah sampah rumah tangganya paling sedikit? Berapa jumlah anggota keluarga temanmu tersebut?
 3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?
 4. Coba prediksikan, berapakah jumlah sampah yang dihasilkan oleh rumahmu selama satu minggu?
 5. Bagaimanakah hubungan antara jumlah penduduk dengan jumlah sampah yang dihasilkan?
 6. Prediksikan apa yang akan terjadi apabila setiap keluarga tidak mengatasi sampah yang dihasilkannya dengan baik. Sebagai contoh, setiap hari mereka membuang sampahnya ke sungai atau selokan yang ada di sekitar rumah atau bahkan membiarkan sampah rumah tangga menumpuk di halaman rumah.
- Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.2, bagaimanakah jumlah

sampah yang dihasilkan oleh rumahmu apabila dibandingkan dengan jumlah sampah rumah temanmu? Tergolong sedikit, sedang, atau banyak? Sampah rumah tangga yang banyak kamu temukan di lingkungan sekitarmu termasuk bahan pencemar atau polutan yang mencemari lingkungan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Masih ingatkah kamu dengan materi pencemaran di kelas VII? Jika kamu lupa, coba kamu pelajari kembali materi pada Bab 9 yang berjudul Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungan! Pada bab tersebut telah dipaparkan pengertian dan macam-macam pencemaran. Agar kamu mengingat kembali materi tersebut, coba diskusikan bersama teman sebangkumu Aktivitas 3.3!

Gambar 3.3 Timbunan Sampah



Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan gambar berikut!



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.4 Timbunan Sampah di Sungai



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.5 Sampah yang Menumpuk di Tepi Jalan

1. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.4 di atas?
2. Bukti apa yang mendukung jawabanmu?

1. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.5 di atas?
2. Bukti apa yang mendukung jawabanmu?



Sumber: www.kaskus.co.id

Gambar 3.6 Kawasan Industri yang Menghasilkan Banyak Asap

3. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.6 di atas?
4. Bukti apa yang mendukung jawabanmu?



Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah informasi tentang beberapa kasus pencemaran yang ada di lingkungan sekitarmu. Selanjutnya, lengkapi Tabel 3.3!

Tabel 3.3 Pencemaran dan Cara Mengatasinya

Kasus Pencemaran	Bukti yang Mendukung	Cara Mengatasi Pencemaran
Pencemaran air sungai oleh sampah rumah tangga	Banyak tumpukan sampah di sungai Air sungai berubah warna menjadi keruh	Mengurangi penggunaan plastik dan kertas Tidak membuang sampah rumah tangga ke sungai Mengkomposkan sampah basah Mendaur ulang sampah plastik dan kertas.
Pencemaran udara oleh asap pabrik	Suhu udara menjadi panas

Kasus Pencemaran	Bukti yang Mendukung	Cara Mengatasi Pencemaran
Bau busuk yang muncul dari timbunan sampah di tepi jalan	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>Memisahkan sampah basah dan sampah kering.</p> <p>Memanfaatkan sampah basah untuk membuat kompos dan mendaur ulang sampah kering.</p>

Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.2 dan 3.3, kamu mengetahui bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka resiko terjadinya pencemaran semakin tinggi. Salah satu penyebabnya adalah pada daerah tersebut tidak ada lahan yang digunakan untuk TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Penyebab lainnya adalah penduduk tidak memiliki kesadaran yang tinggi untuk menjaga lingkungan. Dengan kondisi yang demikian, masyarakat di daerah tersebut akan cenderung membuang sampah di sembarang tempat ataupun di sungai.



Ayo, Kita Diskusikan

Perhatikan Gambar 3.4 dan 3.5! Jelaskan dampak yang akan terjadi dengan daerah tersebut apabila setiap penduduk membuang sampah rumah tangga di tempat tersebut setiap harinya!

Ternyata, selain pencemaran masih ada beberapa kerusakan lingkungan lainnya yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk. Berikut ini adalah beberapa kerusakan lain pada lingkungan yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk.

2. Berkurangnya Ketersediaan Air Bersih

Tahukah kamu berapa jumlah air tawar yang ada di bumi? Jumlah air tawar yang ada di bumi hanya sekitar 2% dari seluruh jumlah air yang ada di bumi. Sebagaimana yang kamu ketahui bahwa seluruh makhluk hidup yang ada di muka bumi membutuhkan air selama kehidupannya. Salah satu peranan air adalah untuk diminum. Tahukah kamu berapa jumlah air minum yang kamu butuhkan dalam satu hari? Agar kamu dapat mengetahuinya lakukan kegiatan berikut ini.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.3 Menghitung Jumlah Air Minum yang dibutuhkan dalam Satu Hari

Pada kegiatan ini kamu akan menghitung jumlah air minum yang kamu butuhkan selama satu hari, yaitu sejak kamu bangun tidur hingga tidur kembali pada malam hari.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Hitunglah jumlah seluruh anggota keluargamu!
2. Hitunglah berapa gelas air yang kamu minum dan diminum oleh anggota keluarga kamu lainnya dalam satu hari!
3. Catatlah hasil perhitunganmu pada Tabel 3.4.
4. Coba tanyakan kepada 10 orang temanmu tentang data yang mereka peroleh.
5. Catatlah data yang kamu peroleh dari temanmu pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Jumlah Air Minum yang dikonsumsi oleh Beberapa Keluarga

No.	Nama	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Air Minum yang dikonsumsi (dalam Liter)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berapa liter jumlah air minum yang kamu konsumsi dan dikonsumsi oleh seluruh anggota keluargamu selama satu hari? Hitung pula berapa jumlah air minum yang diperlukan selama satu minggu!
2. Di antara kesepuluh temanmu, keluarga siapakah yang paling banyak dan paling sedikit mengkonsumsi air minum?
3. Bagaimanakah hubungan antara jumlah keluarga dengan kebutuhan air minum?
4. Bagaimanakah hubungan antara pertumbuhan penduduk dengan ketersediaan air bersih?
5. Seandainya jumlah penduduk Indonesia adalah 250 juta dan setiap penduduk mengkonsumsi air sebanyak 8 gelas dalam satu hari. Berapa liter air yang dikonsumsi oleh seluruh penduduk di Indonesia dalam waktu satu hari? (1 gelas air volumenya 200 mL)

Setelah melakukan Aktivitas 3.4, sekarang kamu mengetahui bahwa semakin banyak jumlah anggota keluarga, maka kebutuhan air bersih juga semakin banyak. Begitupula apabila semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula jumlah air bersih yang dibutuhkan. Kita tidak dapat memungkiri bahwa air adalah kebutuhan

pokok setiap manusia, karena dalam setiap aktivitas kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan air, misalnya untuk minum, memasak, mandi, mencuci, dan lain-lain. Dengan kondisi yang demikian, sangatlah mungkin apabila jumlah penduduk meningkat maka ketersediaan air bersih juga akan berkurang.

Apabila masyarakat kekurangan persediaan air bersih maka mereka terpaksa menggunakan air sungai untuk menjalankan aktivitas sehari-hari tersebut. Kondisi ini tentunya akan memberikan dampak yang tidak baik bagi kesehatan, karena air sungai yang digunakan belum tentu bersih. Gambar 3.7 adalah salah satu fenomena yang terjadi di wilayah padat penduduk. Masyarakat di daerah tersebut menggunakan air sungai untuk mandi, mencuci pakaian, dan mencuci peralatan masak. Apabila terjadi fenomena yang demikian, maka dapat memicu terjadinya pencemaran air.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.7 Penggunaan Air Sungai untuk Aktivitas Sehari-hari

Pada saat kelas VII kamu telah mempelajari pencemaran air, tahukah kamu apakah ciri-ciri air tercemar? Berikut ini adalah ciri-ciri air tercemar.

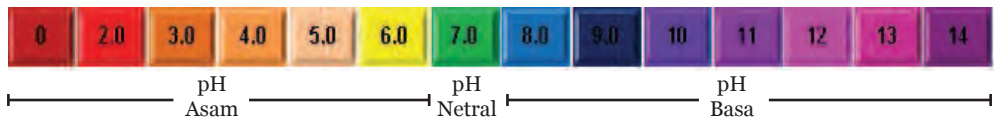
a. Adanya Perubahan Suhu

Pada kondisi normal suhu air di bawah suhu lingkungan. Sebagai contohnya, pada daerah yang memiliki suhu lingkungan 28°C , maka suhu air di daerah tersebut berkisar $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$. Pada daerah industri air digunakan sebagai pendingin mesin-mesin pabrik. Air digunakan sebagai pendingin karena air membutuhkan banyak kalor untuk menaikkan suhunya. Setelah digunakan sebagai pendingin mesin, air akan berubah menjadi hangat bahkan panas karena telah menyerap panas dari mesin pabrik. Selain itu, kandungan oksigen dalam air

menjadi berkurang. Apabila air dengan kondisi seperti ini dibuang begitu saja ke sungai maka air tersebut dapat menyebabkan hewan dan tumbuhan air terganggu bahkan dapat mengalami kematian.

b. Adanya Perubahan pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang pada suatu larutan. Perhatikan Gambar 3.8 untuk mengetahui rentangan pH.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.8 Rentangan pH

Pada kondisi normal pH air adalah netral, yaitu berkisar 7. Pada kondisi tercemar, pH air berkisar antara 4 – 6 atau 8 – 9. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terdahulu diketahui bahwa organisme air lebih menyukai pH yang mendekati netral. Dengan demikian, sangatlah mungkin apabila organisme air akan terganggu bahkan ada yang mati apabila pH air mengalami perubahan.

c. Adanya Perubahan Warna, Bau, dan Rasa Air

Air yang bersih atau tidak tercemar adalah air yang bening (tidak berwarna), tidak berbau dan tidak berasa. Perubahan pada air, yaitu warna, bau, dan rasa dapat disebabkan oleh polutan (bahan pencemar) yang terlarut pada air tersebut.

d. Adanya Endapan atau Bahan Terlarut

Endapan atau bahan terlarut yang ada di sungai dapat berasal dari polutan yang masuk ke sungai. Polutan tersebut dapat berupa insektisida, tumpahan minyak, sampah, limbah industri, dan lain-lain. Adanya polutan yang masuk ke sungai akan menyebabkan terjadinya perubahan pH, warna, bau, dan rasa air.



Tahukah Kamu?

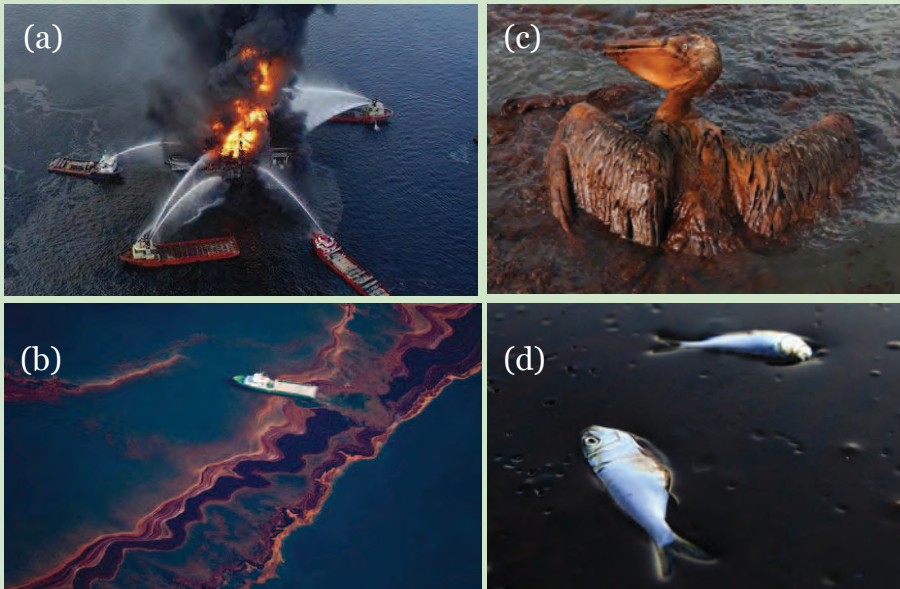
Pernahkah kamu mendengar informasi tentang pencemaran air laut oleh tumpahan minyak? Tahukah kamu apa yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran tersebut?

Sampai saat ini sudah beberapa kali terjadi kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak di perairan Indonesia. Sebagai contohnya, di Kepulauan Seribu, pantai Balikpapan, dan pantai Laut Timor. Kamu tentunya sudah dapat membayangkan tentang kondisi air laut apabila terkena tumpahan minyak. Apabila terjadi tumpahan minyak di salah satu titik perairan di laut maka dengan sangat cepat minyak tersebut akan menyebar ke berbagai tempat. Tahukah kamu mengapa demikian? Perairan di laut adalah salah satu contoh perairan yang secara terus menerus mengalami perubahan. Salah satu penyebabnya adalah karena adanya ombak atau pergerakan air laut yang dapat dengan cepat menyebarkan minyak ke segala arah dan tanpa batas.

Tahukah kamu, berasal darimana minyak yang mencemari air laut? Berdasarkan hasil survey Pertamina pada tahun 2002, minyak yang mencemari laut berasal dari ladang minyak bawah tanah, operasi kapal tanker, perbaikan atau perawatan kapal, tangki bahan bakar kapal, kecelakaan kapal tanker, limbah industri dan lain-lain. Kamu tentunya sudah dapat membayangkan apa yang terjadi pada organisme laut apabila di wilayah tersebut terdapat tumpahan minyak. Coba perhatikan Gambar 3.9! Melalui gambar tersebut kamu akan dapat mengetahui bahwa pencemaran air laut oleh minyak dapat menyebabkan ikan yang ada di perairan tersebut mati. Selain itu, pencemaran tersebut juga akan dapat menyebabkan kematian pada hewan laut lainnya seperti kepiting, udang dan lain-lain.

Nah, apakah hanya populasi ikan saja yang terganggu akibat pencemaran ini? Sebagaimana yang telah kamu ketahui bahwa massa jenis (ρ) antara air laut dan minyak berbeda. Inilah yang mengakibatkan minyak tidak dapat bercampur dengan air dan membentuk lapisan tersendiri pada bagian permukaan air.

Lapisan minyak ini akan menghalangi pertukaran gas dari atmosfer sehingga dapat menyebabkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air hanya sedikit. Berkurangnya jumlah oksigen yang terlarut di dalam air akan mengganggu kehidupan organisme laut. Lapisan minyak yang tergenang juga akan menempel pada permukaan daun rumput laut serta tumbuhan laut lainnya sehingga mengganggu proses respirasi (pernapasan tumbuhan) serta fotosintesis.



Sumber: (a) media.treehugger.com, (b) static.guim.co.uk, (c) images.nationalgeographic.com, & (d) northdallasgazette.com

Gambar 3.9 (a) Kapal Pengangkut Minyak yang Kebakaran, (b) Kondisi air laut yang Tercemar oleh Minyak, (c) Burung dan (d) Ikan dapat Mati Akibat Pencemaran Minyak Bumi.

Dampak lainnya adalah pada ekosistem bakau. Lapisan minyak yang terbentuk di permukaan laut akan dapat menutupi akar bakau. Ini menyebabkan pertukaran antara O_2 dan CO_2 pada akar mangrove berkurang. Dalam jangka waktu yang lama, kondisi ini akan dapat menyebabkan akar bakau busuk dan kemudian menyebabkan kematian pada tumbuhan bakau. Pencemaran oleh minyak juga dapat merusak ekosistem terumbu karang. Apabila minyak yang ada di permukaan air menempel di terumbu karang, maka kondisi itu dapat menyebabkan kematian pada terumbu karang.

e. Adanya Mikroorganisme

Salah satu peranan mikroorganisme adalah menguraikan bahan-bahan pencemar organik. Semakin banyak limbah di suatu perairan, semakin banyak pula mikroorganisme yang ada di perairan tersebut. Di antara organisme-organisme tersebut ada yang mungkin bersifat patogen (membawa penyakit).



Tahukah Kamu?

Apakah di antara kamu ada yang pernah mendengar atau bahkan melihat tanaman kelor? Jika kamu belum pernah mengetahuinya perhatikan Gambar 3.10!



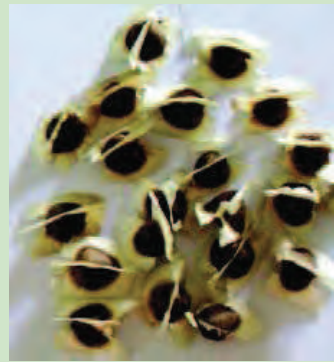
(a)



(b)



(c)



(d)

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.10 (a) Pohon Kelor, (b) Daun Kelor, (c) Buah Kelor, (d) Biji Kelor

Sebenarnya, sebutan kelor bagi tanaman ini hanya digunakan oleh masyarakat yang tinggal di daerah Jawa, Sunda, Bali, dan Lampung. Bagaimanakah dengan masyarakat yang tinggal di daerah Madura, Sumba, Gorontalo, dan Sulawesi Utara? Masyarakat yang tinggal di Madura menyebut tanaman ini dengan 'meronghi', di

Sumba tanaman ini disebut dengan 'kawona wona', di Gorontalo disebut dengan 'kelo', dan di Sulawesi Utara disebut dengan 'kero'. Bagaimanakah dengan daerahmu, disebut apakah tanaman ini?

Tanaman kelor memiliki nama ilmiah *Moringa oleifera*. Ini termasuk tanaman yang serba guna, karena seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan. Bagian dari tanaman ini yang dapat digunakan untuk menjernihkan air adalah biji. Bagaimana cara memanfaatkan biji kelor untuk menjernihkan air? Simaklah penjelasan berikut ini!

Alat dan bahan yang harus disiapkan untuk menjernihkan air antara lain, gelas ukur dengan volume 1 liter, alat pengaduk, alat penumbuk atau penghalus (lumpang dan alu atau mortar dan pistil atau blender), biji kelor yang masih utuh (lengkap dengan sayapnya atau bagian putih yang menempel pada biji), air yang keruh (yang akan dijernihkan).

Setelah kamu mendapatkan alat dan bahannya, apa yang harus kamu lakukan? Apabila kamu memperoleh biji kelor yang masih basah, sebelum digunakan jemurlah terlebih dahulu biji tersebut hingga kering kurang lebih selama 3 hari. Setelah itu tumbuklah 3 atau 4 buah biji kelor sampai halus. Apabila telah halus, berilah $\frac{1}{2}$ sendok makan air bersih agar tumbukan biji tersebut terlarut. Selanjutnya, masukkan larutan tersebut ke dalam air keruh, kemudian aduklah selama 5 – 10 menit. Biarkan selama 2 – 3 jam untuk mengendapkan kotoran yang ada pada air tersebut. Setelah 2 – 3 jam, maka pada wadah tempat air tersebut akan tampak ada dua lapisan, yaitu lapisan air jernih yang ada di bagian atas dan endapan di bagian bawah. Agar antara endapan dan air jernih tidak tercampur kembali, pindahkan air jernih ke wadah lain. Mudah bukan caranya? Tentunya, kamu dapat mencobanya sendiri di rumah.

Tahukah kamu mengapa biji kelor dapat menjernihkan air? Biji kelor dapat menjernihkan air karena di dalam biji kelor terdapat kandungan protein bermuatan positif yang berperan sebagai polielektrolit kationik dan penting sebagai agen penjernihan air. Proses penjernihan air oleh protein yang terdapat pada biji kelor berlangsung dengan prinsip koagulasi (penggumpalan). Koagulasi proses adalah penambahan zat kimia tertentu yang berfungsi sebagai koagulan (penggumpal) ke dalam air baku (bahan yang digunakan) dengan tujuan untuk mengurangi gaya tolak-menolak antarpartikel koloid, sehingga partikel tersebut dapat bergabung

menjadi gumpalan halus. Dengan demikian, koagulasi akan dapat terjadi apabila partikel yang ditambahkan ke dalam bahan yang digunakan memiliki muatan yang berlawanan dengan partikel koloid.

Nah, bagaimanakah prinsip koagulasi tersebut terjadi pada proses penjernihan dengan menggunakan biji kelor? Salah satu proses penjernihan air adalah mencampurkan serbuk biji kelor dengan air yang akan dijernihkan dan kemudian diaduk. Pada proses ini, protein yang terlarut memiliki muatan positif sedangkan koloid (air yang dijernihkan) memiliki muatan negatif. Perbedaan muatan tersebut menyebabkan terjadinya gaya tarik-menarik antarpartikel, sehingga terbentuk gumpalan halus yang merupakan endapan partikel-partikel yang terdapat pada air yang keruh air yang dijernihkan.

Air yang dijernihkan dengan biji kelor ini aman bagi kesehatan. Berdasarkan hasil penelitian, biji kelor dapat mengurangi sakit perut dan mengurangi kandungan bakteri *Eschericia coli* yang ada pada air. Hal yang perlu diperhatikan untuk penjernihan air ini adalah waktu penyimpanan air yang dijernihkan tidak boleh lebih dari 24 jam. Oleh karena itu, sebaiknya penjernihan air dilakukan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, penjernihan air dengan cara ini tidak dapat dilakukan pada air yang tercemar logam.

3. Berkurangnya Ketersediaan Udara Bersih

Masih ingatkah kamu apa yang menyebabkan bertambahnya penduduk di suatu wilayah? Perpindahan penduduk ke suatu wilayah (migrasi) akan menyebabkan bertambahnya jumlah penduduk di wilayah tujuan migrasi. Coba perhatikan daerah perkotaan, banyak sekali penduduk yang tinggal di daerah pedesaan pindah ke daerah perkotaan. Hal ini tentu akan menyebabkan jumlah penduduk di daerah perkotaan meningkat. Semakin banyaknya jumlah penduduk tentunya juga menyebabkan peningkatan kebutuhan udara bersih. Padahal ketersediaan lahan hijau sebagai sumber penyedia udara bersih di daerah perkotaan juga berkurang akibat lahan hijau yang ada banyak dialihfungsikan sebagai pemukiman. Dengan demikian dapat

dikatakan bahwa peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan berkurangnya ketersediaan udara bersih. Berkurangnya ketersediaan udara bersih juga dapat disebabkan oleh polusi udara akibat asap kendaraan bermotor.

Perhatikan Gambar 3.11! Pemandangan tersebut dapat kamu temui sehari-hari di kota-kota besar, seperti Jakarta, Surabaya, dan kota besar lainnya. Gambar tersebut menunjukkan kemacetan jalan raya dan polusi udara akibat asap dari kendaraan bermotor. Mengapa asap kendaraan dapat menyebabkan polusi udara? Salah satu senyawa yang terdapat di asap kendaraan bermotor adalah CO (karbonmonoksida). Senyawa ini bersifat racun. Apabila zat ini terhirup, maka akan masuk ke sistem peredaran darah melalui paru-paru. Gas CO dapat berikatan dengan hemoglobin (Hb) yang ada di darah dan kemudian akan ikut beredar ke seluruh tubuh bersama aliran darah. Kemampuan hemoglobin untuk mengikat CO adalah 200 hingga 300 kali lebih besar dibandingkan kemampuannya mengikat oksigen. Keadaan ini dapat mengakibatkan seseorang yang menghisap asap kendaraan mengalami kekurangan oksigen, sehingga orang tersebut merasa pusing, pingsan, atau bahkan pada kondisi yang sangat parah dapat mengalami kematian.



Sumber: (a) wordpress.com, (b) jurnalpatrolinews.com

Gambar 3.11 (a) Kemacetan di kota Jakarta dan (b) Polusi Udara akibat Asap Bus



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu melihat benda seperti pada Gambar 3.12? Apakah kamu tahu apa fungsi dari benda tersebut?

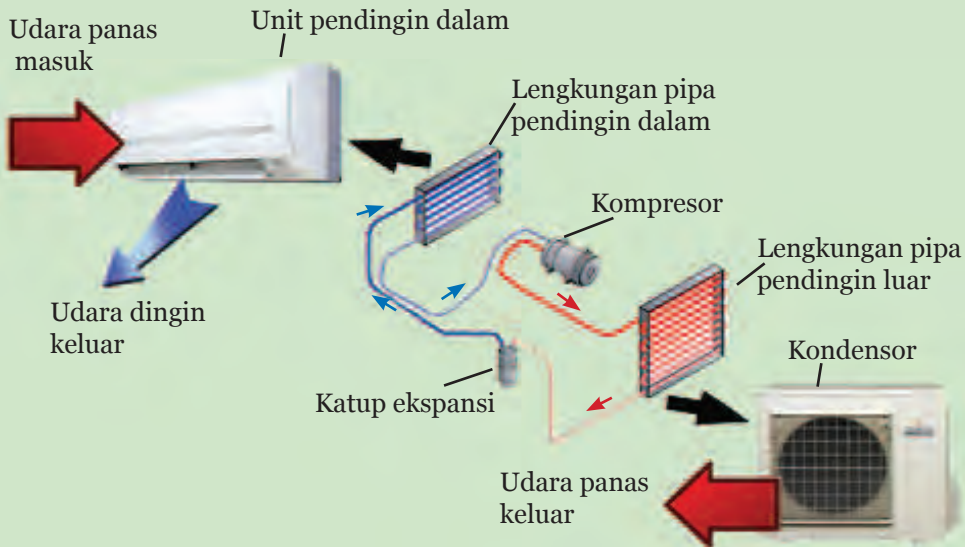


Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 3.12 Pendingin Udara (AC)

Beberapa tahun terakhir, suhu udara di permukaan bumi mengalami peningkatan yang disebabkan karena adanya *global warming* dan peningkatan jumlah penduduk. Untuk mengatasi hal tersebut sebagian orang memilih untuk menggunakan pendingin udara (*Air Conditioner-AC*). Tahukah kamu bagaimana AC dapat membuat udara di sekitarnya menjadi dingin atau sejuk?

Secara umum proses pendinginan pada sistem *Air Conditioner* (AC) terjadi karena adanya perubahan bentuk zat pendingin (*refrigerant*) dari bentuk cair, uap air, dan gas. Hal ini dapat terjadi karena sistem AC menggunakan beberapa komponen yang memungkinkan terjadinya perubahan tekanan dan temperatur.



Sumber: www.airimprove.ltd.uk

Gambar 3.13 Skema Mekanisme Kerja AC

Proses pertama pada AC adalah kipas yang ada dalam evaporator yang menghisap udara di dalam ruangan dan udara tersebut akan bersentuhan dengan pipa yang melengkung yang berisi cairan pendingin. Selanjutnya, cairan pendingin menyerap panas udara

sehingga udara menjadi dingin sehingga terjadi penguapan cairan pendingin. Cairan pendingin yang menguap tersebut dikumpulkan dalam penampung uap. Kemudian, tekanan uap yang berasal dari *evaporator* disirkulasikan menuju *kondensor*. Selama proses kompresi tersebut berlangsung, temperatur dan tekanan uap cairan pendingin menjadi naik yang selanjutnya akan ditekan masuk ke dalam *kondensor*. Tekanan cairan pendingin yang tinggi tersebut diturunkan dengan menggunakan katup ekspansi untuk mengatur laju aliran cairan pendingin yang masuk dalam *evaporator*. Pada saat udara keluar dari *kondensor*, udara menjadi panas dan berubah menjadi uap. Uap cairan pendingin memberikan panas kepada udara pendingin dalam kondensor yang kemudian akan menjadi embun pada pipa kapiler. Agar sirkulasi udara dingin terus-menerus dalam ruangan, diperlukan adanya termostat yang berfungsi untuk mengatur suhu dalam ruangan atau sesuai dengan keinginan.

4. Berkurangnya Ketersediaan Ruang dan Lahan Pertanian

Dampak lain dari meningkatnya jumlah penduduk adalah berkurangnya ketersediaan ruang dan lahan pertanian. Mungkin di antara kamu ada yang bertanya-tanya, apa pentingnya ruang dan lahan pertanian bagi kehidupan manusia? Simaklah penjelasan berikut ini agar kamu memahaminya!

Selama proses kehidupannya, manusia selalu membutuhkan ruang sebagai tempat tinggalnya. Contoh yang sederhana adalah pada saat masih kecil atau masih bayi kamu belum membutuhkan kamar tidur sendiri, karena kamu masih belum berani tidur sendiri di kamar sehingga kamu masih tidur bersama dengan kedua orang tuamu. Akan tetapi, saat ini kamu telah membutuhkan kamar tidur sendiri. Kondisi akan sangat berbeda lagi kurang lebih sepuluh tahun yang akan datang atau ketika kamu sudah berkeluarga, kamu tidak hanya membutuhkan sebuah kamar tidur saja, melainkan sebuah rumah yang terpisah dari kedua orang tuamu. Kondisi yang demikian bukan hanya kamu saja yang mengalami, tetapi dialami oleh semua orang.

Selain membutuhkan ruang untuk tempat tinggal, manusia juga membutuhkan berbagai jenis makanan untuk mencukupi kebutuhan

nutrisinya. Dari manakah berbagai jenis makanan tersebut diperoleh? Berbagai jenis makanan yang dibutuhkan oleh manusia diperoleh dari hasil pertanian ataupun peternakan. Dengan demikian, agar kebutuhan pangan semua manusia di dunia ini dapat tercukupi, maka harus tersedia lahan khusus untuk pertanian.

Masih ingatkah kamu tentang materi fotosintesis yang kamu pelajari pada saat kelas VIII? Sebutkan hasil dari proses fotosintesis? Apabila kamu lupa coba buka kembali buku IPAmu yang membahas tentang Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Pemanfaatannya dalam Teknologi! Pada bab tersebut dijelaskan bahwa hasil dari proses fotosintesis adalah $C_6H_{12}O_6$ (glukosa) dan O_2 (oksigen). Melalui penjelasan tersebut, kamu dapat mengetahui bahwa selain menghasilkan bahan pangan, lahan pertanian juga menghasilkan oksigen untuk menyediakan kebutuhan udara bersih.

Nah, mengapa peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan berkurangnya ketersediaan ruang dan lahan pertanian? Apabila jumlah penduduk meningkat, maka akan semakin bertambah pula jumlah lahan yang digunakan untuk tempat tinggal manusia. Agar dapat memenuhi kebutuhan tempat tinggal, maka tidak sedikit manusia yang menggunakan lahan pertanian untuk diubah menjadi lahan pemukiman. Hal inilah yang menyebabkan ketersediaan lahan pertanian menjadi berkurang.

Agar kamu lebih memahami dampak pertumbuhan penduduk terhadap ketersediaan ruang dan lahan pertanian, lakukan kegiatan berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.4 Pengaruh Pertumbuhan Populasi terhadap Ketersediaan Ruang dan Lahan Pertanian

Apa yang kamu perlukan?

1. Meteran tongkat, dan
2. alat tulis (buku tulis dan bolpoin).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berkumpullah bersama teman satu kelompokmu. Masing-masing beranggotakan 4-5 orang.

2. Tunjukkanlah salah satu temanmu menjadi pengukur (dengan meteran tongkat) dan yang lainnya menjadi perekam (menggunakan lembar kerja).
3. Salah satu siswa (siswa yang telah ditunjuk) melakukan pengukuran menggunakan meteran tongkat untuk mengukur panjang dan lebar kelasmu. Siswa yang lain merekam data pada lembar kerja atau buku tulis.
4. Hitunglah luas kelasmu dengan menghitung panjang kali lebar untuk mendapatkan luas kelas dalam meter persegi.
5. Hitung jumlah siswa yang ada di dalam kelasmu.
6. Hitung luas ruang yang dimiliki setiap orang dengan rumus berikut.

$$\text{Luas ruang yang dimiliki setiap individu} = \frac{(\text{Luas Ruang Kelas (panjang} \times \text{lebar)})}{(\text{Jumlah Siswa di dalam Kelas})}$$

7. Hitunglah kepadatan di kelas (kepadatan penduduk) dengan rumus berikut.

$$\text{Kepadatan Kelas} = \frac{(\text{Jumlah Siswa di dalam Kelas})}{(\text{Luas Ruang Kelas})}$$

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah kamu lakukan berapakah luas ruang yang dimiliki setiap individu?
2. Hitunglah jumlah kursi dan meja yang disediakan di kelasmu. Apakah setiap siswa mendapatkan satu kursi dan satu meja?
3. Bila jumlah individu di kelasmu menjadi 2 kali lipat, hitunglah berapakah luas ruang yang dimiliki setiap individu?
4. Apakah kepadatan penduduk kelas mempengaruhi jumlah sumber daya (kursi dan meja di dalam kelas, dll) yang dibutuhkan setiap siswa ?
5. Bila diibaratkan kepadatan kelas adalah kepadatan penduduk sedangkan ruang kelas, kursi, dan meja diibaratkan lahan pertanian (sawah). Diskusikan dengan kelompokmu dampak peningkatan kepadatan penduduk dengan tersedianya lahan pertanian (sawah).

6. Apa yang dapat kamu simpulkan?

Pada saat kamu menyelesaikan soal-soal pada tugas ini lakukan dengan teliti dan cermat agar mendapatkan jawaban yang tepat. Serta jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu.

Berdasarkan kegiatan pada Aktivitas 3.4, bagaimanakah hubungan ukuran kelas dan luas ruangan yang digunakan individu? Agar dapat memahami dengan baik Aktivitas 3.4 cermatilah contoh berikut ini. Jika populasi siswa adalah 20 dan ukuran kelas adalah 60 meter persegi, maka setiap siswa akan memiliki luas ruang 3 meter persegi. Apabila jumlah siswa dua kali lipat, maka jumlah ruang yang dimiliki oleh siswa akan semakin sempit. Misalnya, jumlah siswa menjadi 40 siswa dan ukuran kelas adalah 60 meter persegi, maka luas ruangan yang dimiliki oleh siswa hanya 1,5 meter persegi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka luas ruang yang diperoleh oleh setiap orang akan semakin sempit. Sebaliknya, semakin sedikit jumlah penduduk, maka luas ruang yang diperoleh oleh setiap orang akan semakin luas.

Apabila kita perhatikan dengan lebih cermat, ternyata peningkatan jumlah penduduk tidak hanya berpengaruh terhadap lingkungan saja, tetapi juga berdampak pada bidang ekonomi dan sosial. Tingginya jumlah penduduk di suatu wilayah akan menyebabkan penduduk susah mencari pekerjaan, apalagi jika jumlah lapangan pekerjaan di wilayah tersebut tetap. Keadaan ini menyebabkan jumlah pengangguran meningkat. Kondisi seperti ini akan dapat meningkatkan potensi terjadinya kejahatan, karena masyarakat terdesak dengan kebutuhan hidup sehari-hari yang tidak sebanding dengan jumlah pendapatan.



Ayo, Kita Cari Tahu

Agar dapat mengatasi keterbatasan lahan hijau dan lahan pertanian banyak pihak-pihak yang mengusulkan ide-ide kreatif. Melalui ide-ide tersebut, diharapkan kebutuhan bahan pangan serta ketersediaan oksigen tetap terpenuhi meskipun lahan yang digunakan untuk menanam tanaman jumlahnya semakin menyempit.

Coba carilah informasi tentang ide-ide kreatif yang sekarang telah banyak muncul di masyarakat untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan hijau dan lahan pertanian! Kamu dapat mencari informasi tersebut melalui koran, televisi, internet ataupun cara lainnya. Setelah menemukannya, kamu dapat menuliskan hasilnya dalam bentuk kliping dan menempelkannya di majalah dinding kelas atau sekolah.



Ayo, Kita Renungkan

Apabila kita memperhatikan kondisi yang terjadi saat ini, ternyata peningkatan jumlah penduduk memberi pengaruh terhadap keasrian dan kelestarian lingkungan. Dengan kondisi yang demikian, seharusnya sangat dibutuhkan kesadaran dari semua kalangan masyarakat untuk ikut serta mengelola lingkungan agar tetap asri dan terjaga kelestariannya. Akan tetapi, pada kenyataannya banyak pihak yang memanfaatkan lingkungan hanya untuk kepentingan sementara tanpa memikirkan pengaruh jangka panjang. Sebagai contohnya adalah dilakukannya penggundulan hutan dan lahan hijau lainnya untuk diubah menjadi kawasan pemukiman ataupun tempat perbelanjaan (mal). Contoh lainnya adalah melakukan penambangan emas, batu bara, atau barang tambang lainnya secara besar-besaran dan tanpa memperhatikan kondisi lingkungan.

Apabila kita renungkan sesaat, sebenarnya bumi ini bukan hanya milik kita saat ini saja, tapi juga merupakan titipan bagi generasi selanjutnya. Dengan demikian, sebagai makhluk yang dikaruniai akal dan pikiran oleh Tuhan, kita memiliki kewajiban untuk senantiasa menjaga keasrian dan kelestarian lingkungan disamping memanfaatkannya untuk kelangsungan hidup, sebagai fasilitas yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa bagi makhluk-Nya. Nah, bukankah perubahan itu harus dimulai dari diri sendiri dan sedini mungkin? Sekarang coba pikirkan, hal kecil apa yang dapat kamu lakukan saat ini untuk ikut andil dalam menjaga keasrian dan kelestarian lingkungan? Jika kamu telah menemukannya, segeralah untuk bergerak melakukannya. Jika kamu telah melakukannya, ajaklah teman ataupun saudaramu untuk bersama-sama melakukannya.



Info Tokoh



807 M – 873 M

Al-Kindi



Menulis risalah tentang cara-cara mengatasi polusi udara agar tak berbahaya bagi kesehatan manusia

912 M



Al-Tamimi



Menulis buku yang berisi tentang berbagai macam tipe polusi udara di negara-negara Timur Tengah dan hubungannya dengan kondisi geografi, berbagai macam penyakit akibat polusi udara dan berbagai macam infeksi alami, prosedur higienisasi lingkungan ketika epidemi penyakit terjadi, cara mengatasi polusi air, cara merawat air di kolam dan berbagai macam polusinya.

Qusta Ibnu Luqa



Menulis risalah tentang penyakit lingkungan. Pada risalah tersebut dituliskan tentang hubungan antara penyakit menular dengan polusi lingkungan.



Abad ke-10 M



1332 - 1406

Ibnu Khaldun



Menulis buku tentang gejala-gejala yang berkaitan dengan cara berkumpulnya manusia serta menerangkan pengaruh faktor-faktor dan lingkungan geografis terhadap gejala-gejala tersebut.

1766-1834



Thomas Robert Maltus



Dikenal dengan Bapak Ilmu Kependudukan. Beliau menulis buku yang berjudul "An Essay on the Principle of Population" yang memaparkan tentang teori Maltus

1930-sekarang



Emil Salim



Pakar di bidang lingkungan hidup Indonesia dan ekonomi. Dibuktikan dengan penghargaan Zayed Prize (penghargaan bergengsi di bidang lingkungan hidup).

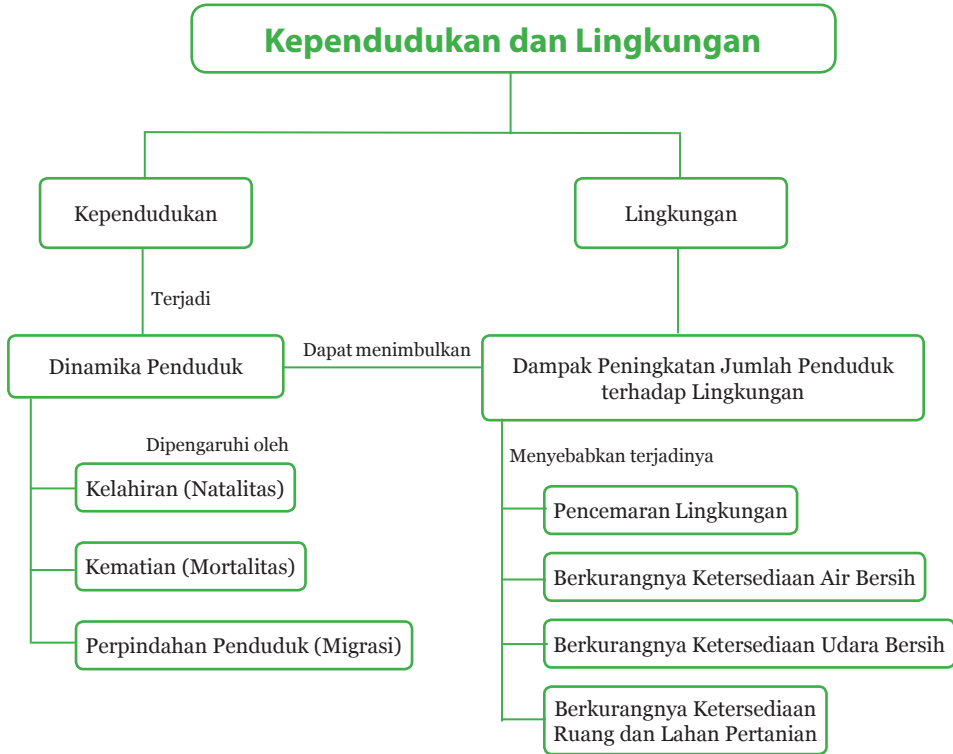


Rangkuman

1. Jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan dari waktu ke waktu.
2. Dinamika penduduk adalah perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu.
3. Dinamika penduduk dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi).
4. Dampak yang terjadi pada lingkungan akibat peningkatan jumlah penduduk antara lain: pencemaran lingkungan oleh limbah atau sampah rumah tangga, berkurangnya ketersediaan air bersih, berkurangnya ketersediaan udara bersih, dan berkurangnya ketersediaan ruang dan lahan pertanian.
5. Semakin banyak jumlah penduduk, maka resiko terjadinya pencemaran semakin tinggi.
6. Semakin banyak jumlah penduduk, maka jumlah air yang dibutuhkan semakin banyak.
7. Semakin banyak jumlah penduduk, maka ketersediaan udara bersih semakin berkurang.
8. Semakin banyak jumlah penduduk, maka ketersediaan ruang dan lahan pertanian semakin sedikit.
9. Ciri-ciri air tercemar adalah adanya endapan atau bahan terlarut, adanya perubahan suhu, pH, warna, bau, dan rasa air.



Peta Konsep

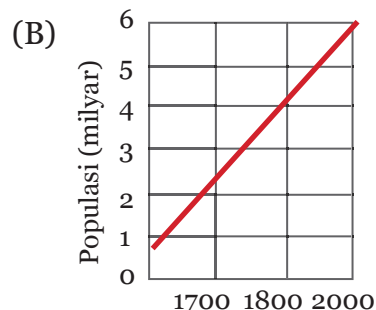
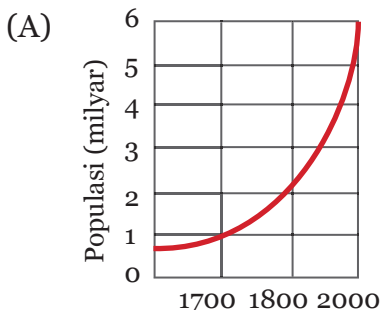


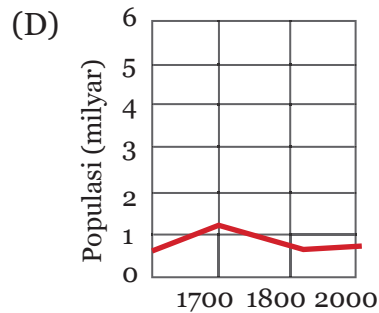
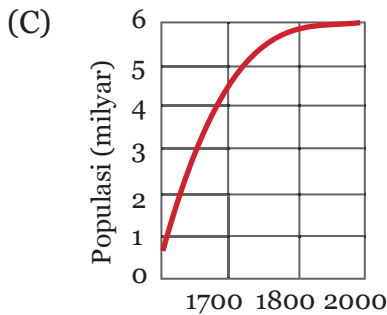


Uji Kompetensi

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

- Di antara aktivitas berikut yang secara langsung dapat membantu mengurangi polusi udara di kota adalah....
 - menggunakan masker saat mengendarai sepeda motor
 - menggunakan materi yang dapat didegradasi secara alami
 - menggunakan transportasi umum daripada kendaraan pribadi
 - mengganti bahan bakar bensin dengan biosolar
- Pembakaran bahan bakar fosil telah meningkatkan kandungan karbondioksida di atmosfer. Dampak yang mungkin terjadi akibat kenaikan kandungan karbondioksida di bumi adalah....
 - iklim yang lebih hangat
 - menurunnya permukaan air laut
 - kelembaban udara yang lebih tinggi
 - lebih banyak ozon di atmosfer
- Perkiraan jumlah air tawar dari keseluruhan jumlah air di bumi adalah....
 - 100%
 - 90%
 - 70%
 - 2%
- Perhatikan grafik berikut ini!

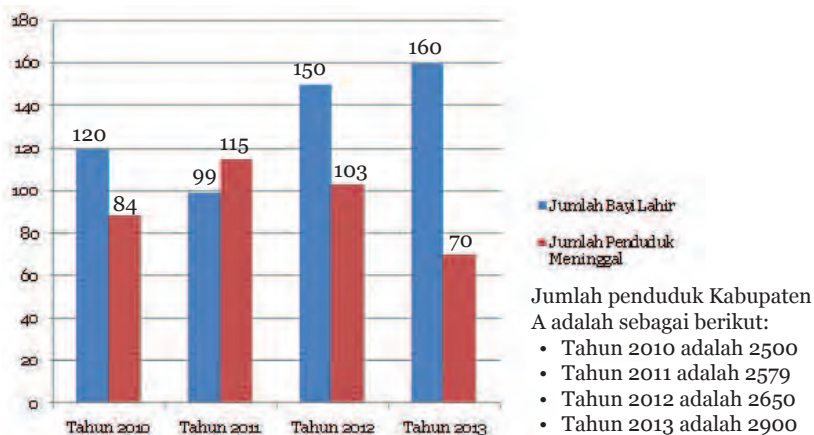




Perubahan populasi manusia di dunia setelah 300 tahun ditunjukkan oleh gambar....

- A
 - B
 - C
 - D
5. Cara mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah rumah tangga adalah
- Membakar sampah plastik dan kertas satu minggu sekali.
 - Membawa tas dari rumah setiap pergi berbelanja.
 - Mengganti penggunaan LPG dengan kayu bakar.
 - Menimbun sampah rumah tangga di lahan kosong.

Perhatikan grafik berikut ini! Grafik tersebut digunakan untuk menjawab soal nomor 6, 7, 8, dan 9.



Grafik Jumlah Bayi Lahir dan Jumlah Penduduk Meninggal Kabupaten A

6. Berikut ini pasangan angka kelahiran dan golongan yang tepat bagi Kabupaten A pada tahun 2010 adalah
 - a. 18,5; rendah
 - b. 25,7; sedang
 - c. 30; sedang
 - d. 48; tinggi
7. Berikut ini pasangan angka kematian dan golongan yang tepat bagi Kabupaten A pada tahun 2012 adalah
 - a. 13; rendah
 - b. 16; sedang
 - c. 26,42; tinggi
 - d. 48,7; tinggi
8. Berdasarkan grafik tersebut, Kabupaten A akan menjadi kawasan padat penduduk pada tahun
 - a. 2010
 - b. 2011
 - c. 2012
 - d. 2013
9. Berikut ini kondisi yang mungkin terjadi di Kelurahan Rukun Makmur pada saat terjadi peningkatan jumlah penduduk, *kecuali*....
 - a. kekurangan persediaan air bersih
 - b. polusi udara akibat kendaraan bermotor
 - c. pencemaran air sungai akibat limbah industri
 - d. berkurangnya jumlah lahan hijau dan pertanian
10. Saat ini Bonang dan keluarganya tinggal Kota Surabaya. Dua tahun yang lalu Bonang dan keluarganya tinggal di Desa Sukasari. Perpindahan penduduk yang dilakukan oleh Bonang dan keluarganya adalah
 - a. emigrasi
 - b. imigrasi
 - c. transmigrasi
 - d. urbanisasi

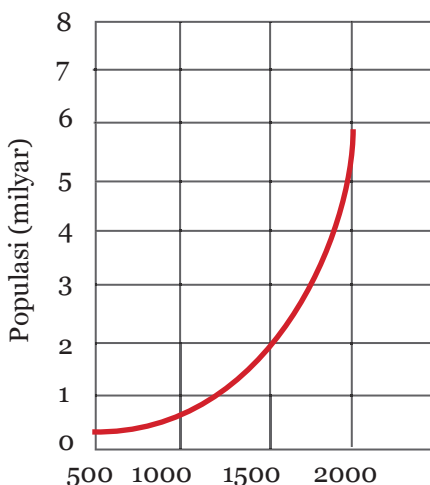
B. Uraian

1. Jika jumlah air di Indonesia relatif tetap, sedangkan jumlah penduduk di Indonesia semakin meningkat, bagaimanakah dampaknya terhadap ketersediaan air bersih?
2. Jelaskan mengapa tumpahan minyak di sungai dan laut dapat membahayakan lingkungan!
3. Ada lebih dari enam juta penduduk di dunia yang berbagi sumber daya alam. Tabel berikut menunjukkan informasi dari dua kota.

Uraian	Kota 1	Kota 2
Populasi (juta)	200	500
Rata-rata angka kelahiran dalam setahun (setiap 1.000 orang)	10	40
Rata-rata angka kematian dalam setahun (setiap 1.000 orang)	10	10
Luas wilayah (km)	2.000.000	2.000.000

Berdasarkan informasi dalam tabel, prediksilah bagaimana populasi masing-masing kota akan berubah setelah 10 tahun!

4. Grafik berikut menunjukkan pertumbuhan jumlah penduduk di dunia selama 1.500 tahun. Jelaskan satu alasan mengapa populasi manusia meningkat dengan sangat cepat antara tahun 1.800 dan 2.000!



5. Sebuah kota dibangun untuk setengah juta penduduk, namun sekarang diprediksi jumlah penduduknya meningkat sekitar

satu juta penduduk dalam 10 tahun. Deskripsikan dua masalah lingkungan yang mungkin akan dihadapi kota tersebut akibat peningkatan jumlah penduduk tersebut!



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengamati Permasalahan Kependudukan dan Lingkungan

Masihingatkahkamutentangmasalahyangmunculdilingkungan yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah penduduk? Dari beberapa masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, coba kamu amati di lingkungan sekitar tempat tinggalmu, adakah permasalahan lingkungan yang terjadi yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah penduduk? Setelah menemukan permasalahannya, coba rumuskan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut! Selanjutnya, coba kamu tuliskan solusi untuk mengatasi masalah tersebut.

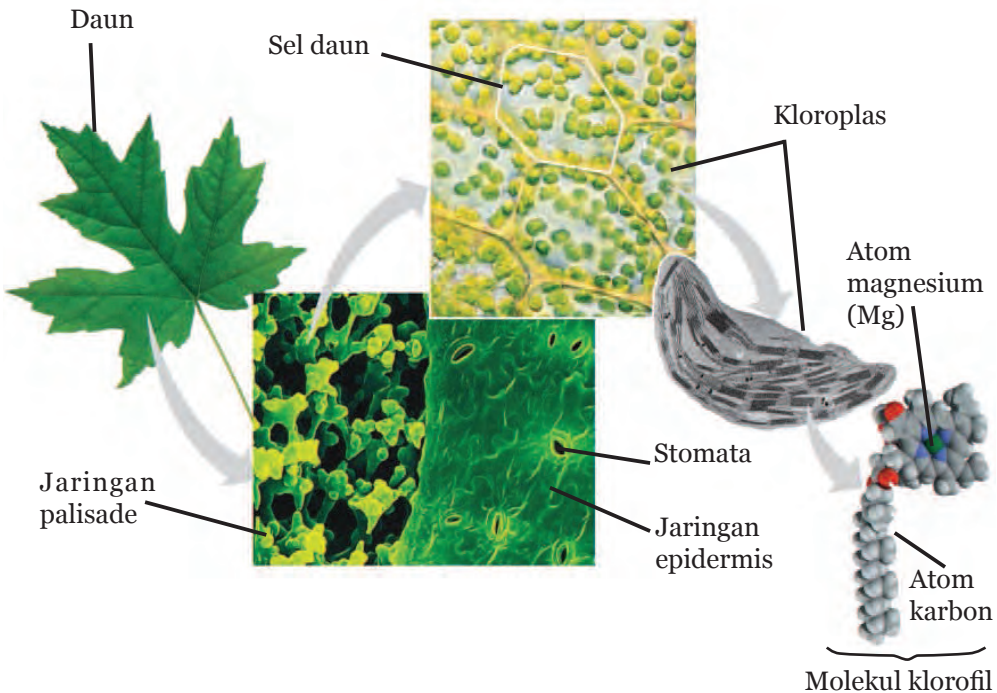
Tulisan yang kamu buat minimal sepanjang satu lembar kertas A4. Agar kamu dapat mengerjakannya dengan mudah, kamu dapat mencari informasi tersebut melalui internet, buku ensiklopedia, koran, televisi ataupun cara lainnya. Jangan lupa tambahkan gambar agar tulisan yang kamu buat lebih menarik untuk dibaca. Setelah tulisan tersebut selesai kamu buat, kamu dapat menempelkannya di majalah dinding kelas atau sekolahmu.

Bab Partikel Penyusun 4 Benda Mati dan Makhluk Hidup



Pernahkah kamu mengamati orang memupuk? Mengapa tanaman perlu dipupuk? Partikel apa sajakah yang ada dalam pupuk sehingga dapat menunjang keberlangsungan hidup tumbuhan? Untuk mengetahui jawaban atas pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Maha Besar Tuhan kita yang telah menciptakan alam ini lengkap dengan berbagai zat yang berfungsi untuk menjaga kelangsungan hidup berbagai makhluk hidup. Tuhan juga telah menciptakan berbagai proses yang dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk menjalankan kehidupannya. Misalnya fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan berperan menyediakan oksigen dan bahan makanan bagi makhluk hidup yang lain seperti hewan dan manusia. Daun yang sudah tua kemudian jatuh menjadi sampah akan mengalami proses pembusukan atau penguraian. Pada proses penguraian tersebut zat-zat penyusun daun akan diubah menjadi zat-zat yang lebih sederhana dan dapat digunakan sebagai pupuk kompos atau humus. Dari penjelasan tersebut kita mengetahui bahwa di alam ini terjadi proses pembentukan zat-zat seperti pada fotosintesis dan juga penguraian zat-zat seperti pada pembusukan daun. Zat-zat yang ada di alam ini tersusun atas materi yang sangat kecil yang disebut atom. Masih ingatkah kamu pembahasan mengenai fotosintesis yang telah kamu pelajari di kelas VII? Proses fotosintesis terjadi dalam organel (komponen) daun yang mengandung klorofil yaitu kloroplas. Lihat Gambar 4.1!



Sumber: Campbell, dkk., 2008

Gambar 4.1 Struktur Penyusun Daun dan Molekul Klorofil

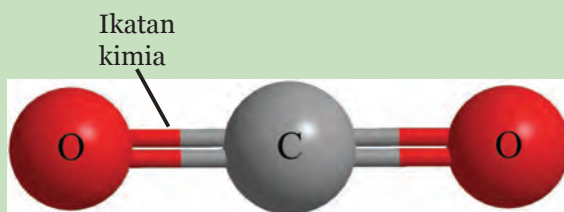
Proses fotosintesis pada tumbuhan tersebut memerlukan zat-zat sederhana, antara lain gas karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Pada proses fotosintesis tumbuhan menyerap sinar matahari sebagai sumber energi untuk menjalankan reaksi fotosintesis yang mengubah gas karbondioksida dan air menjadi glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Tahukah kamu bahwa klorofil sendiri merupakan senyawa yang tersusun atas beberapa atom di antaranya karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan magnesium (Mg).

Glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) mempunyai atom-atom penyusun yaitu karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Atom-atom penyusun glukosa tersebut sama seperti atom-atom yang terdapat dalam karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Bagaimana atom-atom ini dapat mengalami penyusunan kembali untuk membentuk senyawa yang baru? Melalui reaksi kimia, zat-zat bereaksi membentuk zat baru yang mempunyai sifat kimia yang berbeda dengan zat-zat asalnya, contohnya yaitu pembentukan glukosa. Glukosa yang terbentuk pada proses fotosintesis mempunyai sifat kimia dan sifat fisika yang berbeda dengan zat-zat pembentuknya yaitu gas karbondioksida dan air. Misalnya saja, gula berbentuk kristal dan berasa manis, sedangkan karbondioksida berupa gas dan tidak berasa sedangkan air berwujud cair dan juga tidak berasa.



Tahukah Kamu?

Molekul yang menyusun zat, dua atom atau lebih dapat bergabung melalui proses kimia. Ikatan antara dua atom dalam molekul disebut dengan **ikatan kimia** (lihat Gambar 4.2). Pada molekul CO_2 terdapat satu atom C yang mengikat dua atom O. Pada molekul itu terdapat dua ikatan kimia antara atom C dan atom O. Pada molekul air (H_2O), satu atom O mengikat dua atom H sehingga terdapat dua ikatan antara atom H dan O.



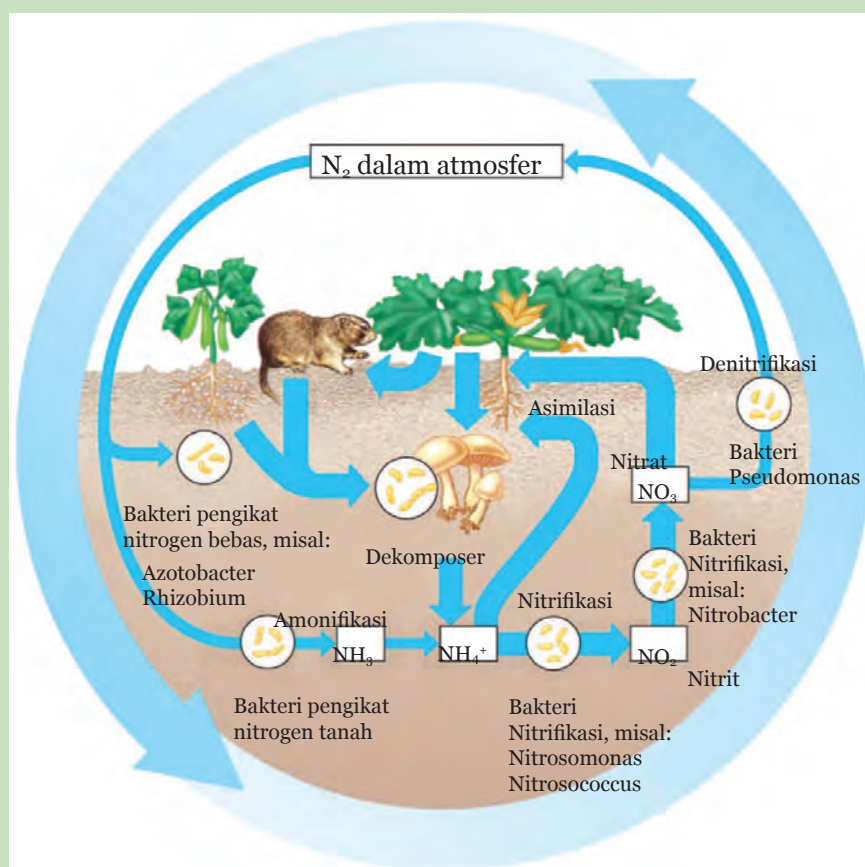
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.2 Model Ikatan Kimia pada CO_2



Tahukah Kamu?

Pembentukan glukosa pada fotosintesis, penguraian sampah, siklus gas karbondioksida, dan siklus nitrogen merupakan contoh-contoh proses kimia yang terjadi di alam yang dapat menjaga keseimbangan alam. Zat-zat kimia yang diperlukan makhluk hidup, selain disediakan oleh alam juga ada yang dibuat oleh manusia melalui proses kimia dalam industri. Pupuk buatan seperti pupuk urea banyak mengandung unsur nitrogen dalam bentuk ion amonium (NH_4^+). Pupuk NPK mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang pada umumnya digunakan oleh petani untuk memupuk tanaman (lihat gambar pada awal bab) agar tanaman menjadi subur.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 4.3 Siklus Nitrogen Secara Alami

A. Molekul dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup

Ayo, Kita Pelajari



- Molekul dalam benda dan tubuh makhluk hidup
- Atom dan partikel penyusunnya



Istilah Penting

- Molekul
- Atom
- Ikatan kimia

Mengapa Penting?



Untuk membantu kamu memahami molekul penyusun benda dan makhluk hidup sehingga kamu dapat lebih mengerti rahasia alam dan mengembangkan teknologi atau menemukan sesuatu yang baru yang bermanfaat bagi bangsa Indonesia.

Tahukah kamu bahwa tubuh makhluk hidup tersusun dari milyaran atom-atom? Atom-atom itu berikatan satu sama lain membentuk senyawa yang tersusun sedemikian rupa sehingga menjadi suatu bentuk tertentu. Misalnya rambut kita yang tersusun dari molekul-molekul yang mengandung atom karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan sulfur (S), serta tulang kita antara lain mengandung unsur kalsium (Ca), fosfor (P), dan oksigen (O).

Selain pada makhluk hidup, benda mati seperti kayu, plastik, air, udara, kain pakaian, dan benda-benda yang lain merupakan zat kimia yang tersusun atas molekul-molekul tertentu. Dalam senyawa, molekul-molekul tertata sedemikian rupa sehingga memberikan sifat-sifat tertentu. Misalnya plastik bersifat lentur karena molekul-molekul penyusunnya mempunyai rantai panjang, sedangkan arang mudah patah karena susunan antar atom-atom penyusunnya banyak terdapat ruang-ruang kosong. Tubuh kita dan tubuh makhluk hidup yang lainnya juga tersusun atas berbagai molekul kimia. Molekul ukurannya sangat kecil sehingga tidak dapat diamati dengan mata telanjang dan bahkan tidak dapat diamati dengan mikroskop biasa. Bagaimana kamu dapat mengetahui bahwa materi yang ada di sekitarmu mengandung zat yang berbeda? Secara sederhana untuk mengetahui kandungan zat dalam suatu benda mati atau makhluk hidup dapat kita praktikkan melalui Aktivitas 4.1.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.1 Mengidentifikasi Perbedaan Zat dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup Secara Sederhana

Tujuan : Mengidentifikasi perbedaan zat yang terkandung dalam suatu bahan

Apa yang kamu butuhkan?

1. Bulu unggas
2. Rambut
3. Sepotong daging
4. Plastik
5. Kayu
6. Kertas
7. Daun
8. Kain perca
9. Karet ban
10. Atau bahan lain yang ada di sekitarmu
11. Pinset atau penjepit kayu
12. Gunting atau pisau
13. Pembakar spiritus

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buat kelompok yang beranggotakan 2-3 orang.
2. Siapkan sepotong kain perca yang bersih dan kering, lalu potong sepanjang 2-3 cm.
3. Jepit salah satu ujung kain tersebut.
4. Ciumlah bau atau aroma dari kain tersebut.
5. Siapkan lampu spiritus yang menyala
6. Bakarlah ujung kain yang telah terjepit dengan cara memegang penjepit pinset.

Ingat! Berhati-hatilah dalam menggunakan pembakar spiritus!
Jangan sampai pakaian atau badanmu terbakar!

7. Setelah sedikit terbakar, segera matikan apinya.
8. Ciumlah kembali bau yang muncul.

Hati-hati! Jangan mencium baunya terlalu lama dan jangan terlalu dekat dengan hidung! Identifikasilah bau secara tidak langsung yaitu dengan mengibaskan tangan diatas bahan ke arah hidung!

9. Lakukan hal yang sama dengan hati-hati pada bahan-bahan lain yang kamu sediakan. Gunakan bahan dalam potongan kecil, ciumlah bau bahan sebelum dan sesudah terbakar.
10. Carilah unsur-unsur penyusun bahan yang sudah kamu siapkan di buku-buku yang terdapat di perpustakaan sekolah atau melalui internet.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan

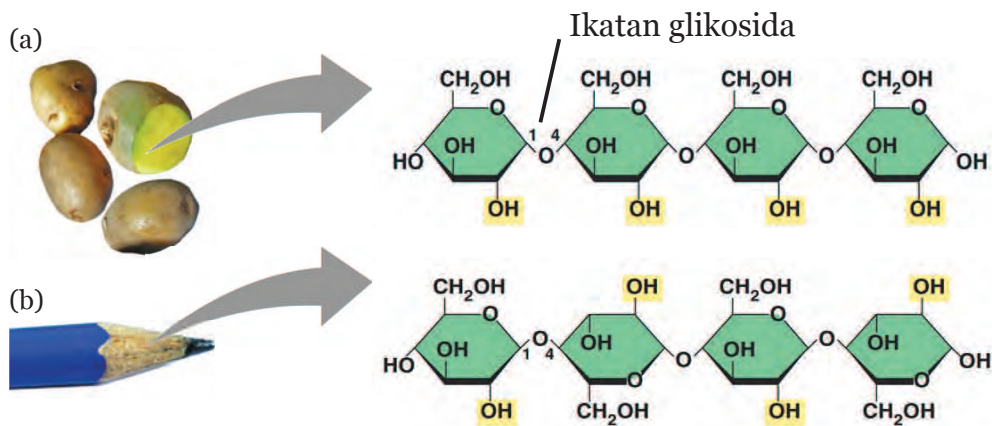
No	Nama Bahan	Deskripsi Bau		Zat yang Terkandung
		Sebelum Dibakar	Setelah Dibakar	

Setelah melengkapi tabel pengamatan jawablah pertanyaan berikut!

1. Apakah masing-masing benda jika dibakar menghasilkan bau yang berbeda-beda? Jika ya, jelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi?
2. Apakah bau rambut dan bau bulu hewan yang telah dibakar sama? Mengapa demikian?
3. Apakah bau kertas dan kayu yang telah dibakar sama? Apa unsur yang terkandung dalam bahan tersebut?
4. Apakah bau plastik dan daun yang telah dibakar sama? Apakah zat yang terkandung pada kedua bahan tersebut sama?
5. Apa yang dapat kamu simpulkan dari aktivitas ini?

Setelah kamu melakukan Aktifitas 4.1, coba kamu pikirkan mengapa benda-benda jika dibakar dapat menghasilkan bau yang berbeda-beda? Apabila bulu unggas dan rambut dibakar apakah memiliki bau yang sama? Benda yang dibakar menyebabkan zat-zat yang terkandung di dalamnya berubah menjadi zat yang lain. Terbentuknya zat baru tersebut ditandai antara lain oleh warna dan bau yang berbeda. Dengan kata lain, bila bau yang kamu cium berbeda berarti kandungan bahan yang ada pada benda itu berbeda. Bahan-bahan yang berbeda terdiri atas senyawa-senyawa yang berbeda dengan atom-atom penyusun juga ada yang berbeda.

Selain disusun oleh molekul yang berbeda, sifat-sifat suatu materi yang berbeda juga dapat disebabkan oleh perbedaan susunan molekul-molekul dalam materi itu. Misalnya kita ambil contoh kayu yang dibuat pensil dan amilum yang ada pada umbi kentang. Pada umbi kentang (contoh lainnya adalah umbi ketela pohon, talas, dan beras) juga mengandung pati atau amilum yang dapat kita makan untuk digunakan sebagai sumber energi. Pati disusun oleh molekul-molekul berantai panjang. Rantai panjang tersebut disusun oleh unit-unit molekul yang lebih sederhana yang disebut glukosa. Antara molekul glukosa yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh atom oksigen dengan ikatan glikosida (perhatikan Gambar 4.4).



Sumber: Dokumen Kemdikbud

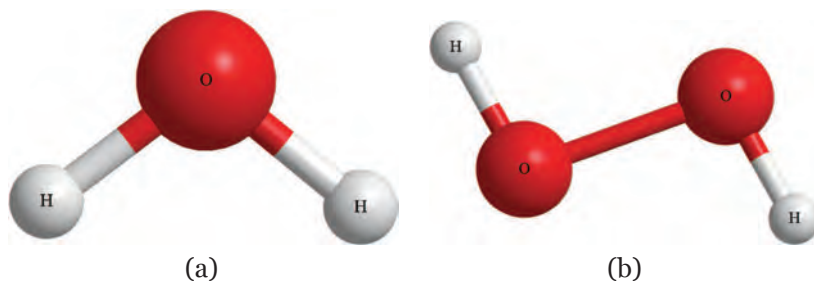
Gambar 4.4 Perbedaan Struktur Senyawa: (a) Amilum pada Kentang dan (b) Selulosa pada Pensil.

Molekul glukosa yang menyusun amilum tersusun dari atom C, H, dan O dengan perbandingan tertentu. Kayu yang ada pada pensil tersusun atas selulosa yang juga mempunyai rantai panjang. Molekul panjang tersebut terdiri atas molekul-molekul glukosa sama seperti pada pati. Amati pada Gambar 4.4 apakah perbedaan antara molekul selulosa dengan pati (amilum)? Perhatikan ikatan antara dua molekul glukosanya!

Selulosa dan amilum mempunyai molekul penyusun sama yaitu glukosa tetapi jenis ikatan antarmolekul glukosanya berbeda. Selulosa merupakan zat yang keras tetapi jika dimakan oleh manusia tidak dapat dicerna oleh tubuh. Sedangkan amilum dapat dicerna dan digunakan sebagai bahan makanan. Mengapa hal itu dapat terjadi? Keadaan itu menunjukkan bahwa tidak hanya jumlah dan jenis atom-atom

penyusun molekul yang menyebabkan sifat zat berbeda, tetapi pola susunan dan jenis ikatan antarmolekul penyusun materi juga dapat menyebabkan zat atau materi itu mempunyai sifat-sifat kimia dan sifat-sifat fisika yang berbeda. Masih ingatkah kamu apa perbedaan sifat kimia dan sifat fisika?

Pada contoh-contoh senyawa yang telah kamu pelajari, masing-masing senyawa mempunyai rumus molekul tertentu. Rumus molekul menunjukkan jenis atom yang menyusun suatu molekul dan perbandingannya. Molekul air (H_2O) yang sudah dicontohkan sebelumnya terdiri atas satu atom O dan dua atom H. Bila dua atom O mengikat dua atom H (lihat Gambar 4.5) maka akan terbentuk senyawa yang berbeda yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2). Hal itu menunjukkan bahwa perbandingan jumlah dan jenis atom dalam suatu molekul akan menghasilkan senyawa yang sifat dan jenisnya sangat berbeda. Bagaimana atom-atom dapat membentuk ikatan kimia dalam suatu molekul? Untuk menjawab pertanyaan tersebut kamu harus memahami dulu tentang atom dan partikel-partikel penyusunnya.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.5 Pada Molekul (a) H_2O dan (b) H_2O_2 . Perbandingan jumlah atom O dan H dalam molekul berbeda sehingga kedua senyawa tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda



Tahukah Kamu?

Ada sekitar 25 unsur yang penting untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia. Unsur-unsur tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Unsur Penyusun Tubuh Manusia

Unsur	Lambang	Nomor Atom	Persentase dalam Tubuh Manusia (%)
Unsur yang menyusun 96% tubuh manusia			
Oksigen	O	8	65
Karbon	C	6	18,5
Hidrogen	H	1	9,5
Nitrogen	N	7	3,3
Unsur yang menyusun 3,99% tubuh manusia			
Kalsium	Ca	20	1,5
Fosfor	P	15	1
Kalium	K	19	0,4
Sulfur	S	16	0,3
Natrium	Na	11	0,2
Klor	Cl	17	0,2
Magnesium	Mg	12	0,1
Unsur yang menyusun 0,01% tubuh manusia			
Boron (B), kromium (Cr), kobalt (Co), tembaga (Cu), fluor (F), iodin (I), besi (Fe), mangan (Mn), molibdenum (Mo), selenium (Se), silikon (Si), timah (Sn), vanadium (V), dan seng (Zn) menyusun kurang dari 0,01 dari tubuh manusia.			

B. Atom dan Partikel Penyusunnya

Ayo, Kita Pelajari



- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa

Istilah Penting



- Partikel subatom
- Nomor atom
- Nomor massa

Mengapa Penting?

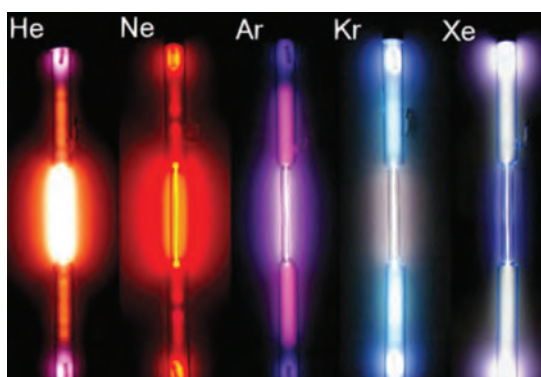


Membantu kamu memahami partikel terkecil penyusun materi. Sehingga kamu dapat mengetahui dasar dari berbagai teknologi yang memanfaatkan partikel kecil penyusun materi.

1. Partikel Subatom

Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O). Tahukah kamu, walaupun atom merupakan unit terkecil penyusun molekul, materi yang sudah sangat kecil ini ternyata tersusun dari bagian yang lebih kecil lagi yang disebut partikel subatom. Bagaimana kita tahu bahwa atom tersusun atas partikel-partikel subatom?

Amati warna lampu-lampu neon pada Gambar 4.6. Masing-masing lampu tersebut berisi gas mulia berturut-turut helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), dan xenon (Xe).



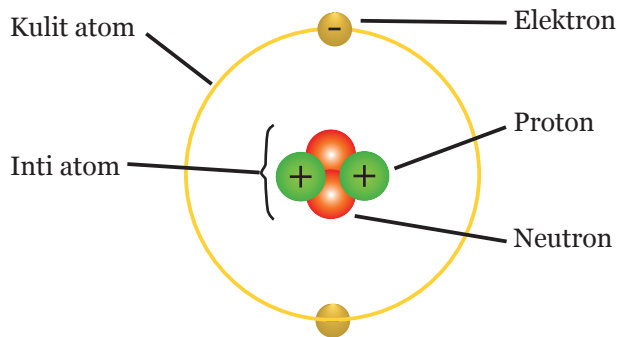
Sumber: www.haikudeck.com

Gambar 4.6 Warna Lampu yang Berisi Gas Mulia Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), dan Xenon (Xe)

Lampu-lampu tersebut mengeluarkan cahaya berwarna-warni setelah dialiri arus listrik. Gas-gas yang dilewati oleh aliran listrik tersebut berpondar sehingga menghasilkan cahaya berwarna-warni. Cahaya itu disebabkan oleh loncatan elektron-elektron yang menyusun atom-atom gas. Tahukah kamu apakah elektron itu?

Contoh lain adalah kembang api (lihat Gambar 4.23). Apakah kamu melihat cahaya berwarna-warni dari kembang api ketika dibakar? Mengapa cahaya yang muncul berwarna-warni? Jika pada lampu-lampu pada Gambar 4.6 cahaya lampu disebabkan oleh aliran listrik, maka pada kembang api cahaya itu dihasilkan dari terbakarnya unsur-unsur yang ada dalam kembang api tersebut. Akibat temperatur yang tinggi, elektron-elektron dari atom-atom penyusun unsur itu akan berpindah dari kulit atom yang lebih tinggi ke kulit atom yang lebih rendah. Tahukah kamu apakah kulit-kulit atom itu?

Atom tersusun atas partikel-partikel penyusun atom atau partikel subatom yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e). Neutron dan proton membentuk inti atom. Elektron menempati kulit-kulit atom yang ada di sekitar inti. Elektron-elektron tersebut mengelilingi inti dengan kecepatan tinggi membentuk awan elektron. Elektron dan proton merupakan partikel subatom yang mempunyai muatan berlawanan, sedangkan neutron tidak bermuatan. Elektron memiliki muatan negatif sedangkan proton memiliki muatan positif.



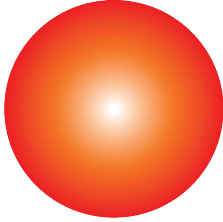
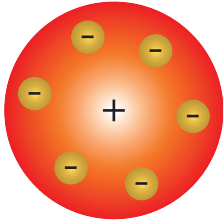
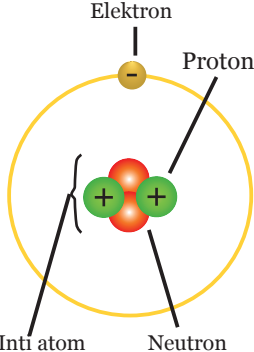
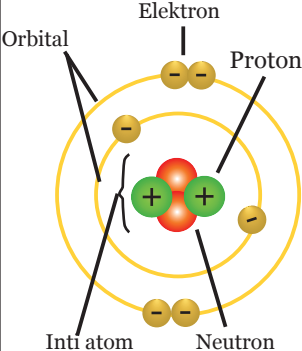
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.7 Model Sederhana Atom Helium (He)

Pada atom netral, jumlah proton dan jumlah elektron sama banyaknya. Masing-masing partikel penyusun subatom tersebut mempunyai massa. Elektron mempunyai massa sangat kecil dibandingkan dengan massa proton dan neutron. Oleh sebab itu massa atom akan terpusat pada inti atom saja.

Para ilmuwan telah mempelajari atom sejak ratusan tahun lalu. Para ilmuwan tersebut mengemukakan teori-teori tentang atom. Teori yang satu akan runtuh atau ditolak ketika ada data atau fakta baru yang ditemukan tentang atom sehingga melahirkan teori atom yang baru. Berikut ini merupakan perkembangan teori atom.

Tabel 4.3 Perkembangan Teori Atom

Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
John Dalton		<p>Atom sebagai bola pejal dan merupakan bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi. Setiap unsur terdiri atas atom-atom yang identik satu sama lain. Atom-atom dari unsur berbeda mempunyai atom berbeda. Atom-atom dapat bergabung dengan perbandingan tertentu membentuk senyawa.</p>
Joseph John Thomson		<p>Atom merupakan bola bermuatan positif dan di tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif seperti kismis dalam roti.</p>
Ernest Rutherford	 <p style="text-align: center;">Elektron Proton Inti atom Neutron</p>	<p>Atom sebagai bola yang di tengah-tengahnya terdapat inti atom yang merupakan pusat muatan positif dan pusat massa. Sedangkan elektron-elektron berputar mengelilingi inti.</p>
Niels Bohr	 <p style="text-align: center;">Elektron Proton Orbital Inti atom Neutron</p>	<p>Atom terdiri terdiri atas inti yang menjadi pusat massa atom dan pusat muatan positif. Sedangkan elektron bergerak disekeliling inti pada lintasan tertentu (orbit) yang disebut kulit-kulit atom. Selama elektron mengelilingi inti, elektron tidak memancarkan energi.</p>

Penemu/ Teori Atom	Model	Penjelasan
Modern (Mekanika Gelombang)		Atom tersusun atas partikel sub atom yaitu neutron (n), proton (p), dan elektron (e). Neutron dan proton menjadi satu membentuk inti yang padat disebut nukleus atau inti atom. Elektron bergerak disekeliling inti hampir dalam kecepatan cahaya membentuk awan elektron.

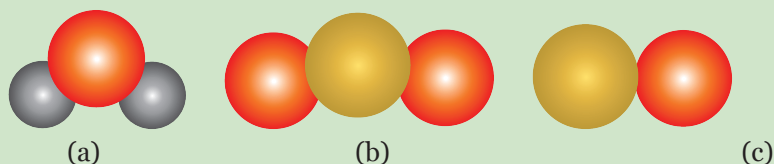
Teori atom yang paling kini adalah teori atom mekanika gelombang. Teori ini akan kamu pelajari ketika kamu duduk di Sekolah Menengah Atas. Berdasarkan teori atom Bohr dapatkah kamu menjelaskan bagaimana lampu yang berisi gas mulia dapat menghasilkan cahaya yang berwarna-warni? Begitu juga bagaimana terbentuknya cahaya warna-warni dari kembang api?

Menurut Bohr, atom mempunyai kulit-kulit atom tempat elektron mengelilingi inti atom. Kulit atom yang paling dekat dengan inti atom mempunyai energi paling rendah. Kulit atom yang lebih di luar mempunyai energi lebih tinggi. Elektron yang berada pada kulit atom paling dalam dapat berpindah ke kulit atom yang lebih luar bila menyerap energi dari luar atom. Energi itu dapat berasal dari panas pembakaran atau dari energi listrik yang melewati atom-atom itu. Elektron yang terletak pada kulit atom paling luar akan mendapatkan gaya tarik yang lemah dari inti atom. Oleh karena itu elektron pada kulit atom paling luar mudah lepas dari kulit itu, sehingga atom dapat kehilangan elektron. Bila jumlah elektron dan jumlah proton dalam suatu atom tidak sama maka atom tersebut akan bermuatan atau menjadi ion. Proses pembentukan ion disebut ionisasi. Tahukah kamu, elektron-elektron yang ada pada kulit atom paling luar mempunyai peranan yang sangat penting pada pembentukan ikatan kimia antaratom dalam suatu molekul?



Ayo, Kita Diskusikan

Setelah membaca Tabel 4.2, bersama dengan kelompokmu coba jelaskan perbedaan antar model atom yang satu dengan yang lainnya! Coba kamu jelaskan menurut model atom Dalton bagaimana model molekul H_2O , CO_2 , dan CO ? Gambarkan model atom Dalton untuk molekul NO_2 , SO_2 , N_2 , dan O_2 . Apakah yang membedakan molekul yang satu dengan yang lainnya?



Gambar 4.8 Model Molekul Dalton dari Senyawa (a) Air (H_2O), (b) Karbondioksida (CO_2) dan (c) Karbonmonoksida (CO)



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar mikroskop elektron? mikroskop elektron adalah alat yang dapat digunakan untuk melihat benda yang berukuran sangat kecil, misalnya virus maupun organel sel dengan perbesaran 1.000 hingga 1 juta kali. Berbeda dengan mikroskop cahaya, yang menggunakan cahaya untuk menghasilkan gambar dengan perbesaran maksimal 1000 kali. Lihatlah gambar 4.10 sebagai perbandingan gambar yang dihasilkan dari mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

Pada mikroskop elektron, berkas elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Kemampuan pembesaran mikroskop elektron diakibatkan oleh pendeknya panjang gelombang dari elektron; panjang gelombang elektron sekitar 100.000 kali lebih kecil dari panjang gelombang cahaya tampak. Gambar yang dihasilkan oleh mikroskop elektron selalu hitam dan putih. Hal ini disebabkan ukuran panjang gelombang elektron lebih kecil dari pada panjang gelombang cahaya. Meskipun hasil asli gambar dari mikroskop elektron hitam putih namun gambar tersebut dapat diberi warna secara buatan untuk menekankan suatu bagian secara rinci. Pada

mikroskop elektron tidak digunakan lensa kaca, tetapi digunakan lensa elektromagnetik untuk memfokuskan berkas elektron pada obyek yang diamati.



Sumber: Black, 2012.

Gambar 4.10 Protozoa dari Genus Didinium yang sedang Memakan Paramecium (a) Gambar dari Mikroskop Cahaya (160 x) (b) Gambar dari Mikroskop Elektron (425 x)



Tahukah Kamu?

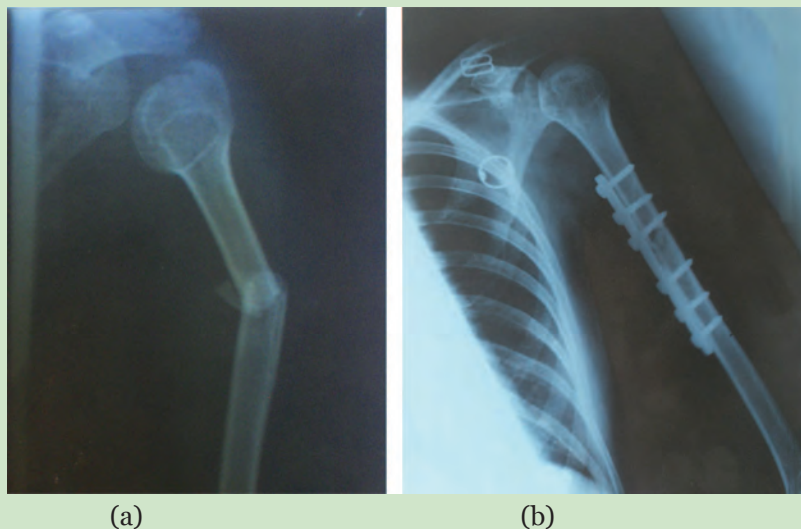
Pernahkah kamu mendengar sinar-X atau Roentgen? Sinar-X digunakan untuk mendiagnosis atau menganalisa penyakit, biasanya untuk melihat daerah patah tulang dan paru-paru. Sebenarnya apa itu sinar-X? Sinar-X pertama kali ditemukan oleh Wilhelm C. Roentgen pada tahun 1895. Dia menemukan bahwa ketika elektron yang memiliki energi tinggi menabrak suatu material seperti gelas, maka material tersebut akan memancarkan **radiasi** (energi yang dialirkan dalam bentuk gelombang elektromagnet atau partikel subatom) yang dapat menembus benda yang tidak dapat ditembus cahaya biasa. Radiasi ini diberi nama sinar-X. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang pendek (10^{-10} m) dan dihasilkan dari elektron-elektron yang tereksitasi dalam atom yang kemudian meloncat dari kulit atom



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.9 Mikroskop Elektron jenis SEM (*Scanning Electron Microscope*)

luar ke kulit atom yang lebih dalam. Roentgen juga menunjukkan bahwa sinar-X dapat membuat plat film menghasilkan gambar dari objek yang tidak tembus pandang.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.11 Foto Hasil Sinar X untuk Melihat: (a) Tulang yang Patah, (b) Kondisi Tulang Setelah Penyambungan

Saat ini sinar-X merupakan suatu sinar yang sangat penting untuk mendiagnosis suatu penyakit. Sinar-X juga dapat digunakan untuk menganalisa struktur molekul suatu senyawa yang berbentuk kristal. Teknik ini dikenal dengan *crystallography*.

2. Nomor Atom dan Nomor Massa

Masih ingatkah kamu dengan materi tentang unsur? Unsur merupakan zat tunggal (murni) yang tidak dapat diubah lagi menjadi bahan lain dengan reaksi kimiawi, seperti emas, besi, perak, oksigen, dan masih banyak yang lain. Saat ini ada sekitar 105 unsur yang ditemukan di alam (lihat sistem periodik unsur pada lampiran). Masing-masing unsur tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki jumlah partikel subatom yang berbeda. Semua atom dalam suatu unsur tertentu memiliki jumlah proton yang sama di dalam intinya. Jumlah proton

ini unik untuk setiap unsur. Nomor massa suatu atom ditentukan oleh jumlah dari neutron, proton, dan elektron. Namun, karena massa elektron sangat kecil, maka dapat diabaikan. Atom yang satu berbeda dengan atom yang lain karena mempunyai elektron, proton, dan neutron yang berbeda jumlahnya. Jika massa atomnya berbeda maka jari-jari bola atom itu akan berbeda pula. Oleh sebab itu pada Gambar 4.8 antara atom H, O, dan C mempunyai besar yang berbeda. Hubungan nomor atom, nomor massa, dan jumlah neutron dalam suatu atom yang netral (tidak bermuatan) dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Nomor atom} &= \text{Jumlah proton (p) dalam suatu atom} = \text{jumlah elektron (e)} \\ \text{Nomor massa} &= \text{Jumlah proton (p)} + \text{Jumlah neutron (n)} \end{aligned}$$



Tahukah Kamu?



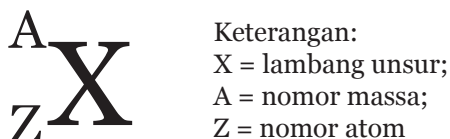
Sumber: Reece, dkk., 2012

Gambar 4.12 Penderita Gondok

Tahukah kamu bahwa iod (I) merupakan komponen dari hormon tiroksin yang diproduksi oleh kelenjar tiroid. Hormon tiroid memiliki beberapa fungsi penting, antara lain: meningkatkan laju metabolisme untuk menghasilkan energi, mengatur pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf dan sistem rangka (otot dan tulang), dan menjaga tekanan darah. Mengonsumsi iod sebanyak 0,15 mg setiap harinya sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan kelenjar tiroid manusia.

Kekurangan iod dalam makanan menyebabkan kelenjar tiroid membesar sampai ukuran abnormal atau yang dikenal dengan penyakit gondok. Untuk mengatasi hal tersebut saat ini iod banyak ditambahkan pada garam dapur atau yang biasa kita kenal dengan garam beryodium.

Pada penulisan lambang unsur, nomor atom ditulis *subscrip* (turun) di kiri lambang unsur, sedangkan nomor massa ditulis *superscrip* (naik) di kiri atas lambang unsur, sebagaimana berikut.



Sebagai contoh, penulisan lambang unsur litium (Li) yang mempunyai nomor atom 3 dan nomor massa 7 adalah ${}^7_3\text{Li}$. Agar kamu dapat lebih memahami penulisan lambang atom, menentukan nomor massa, jumlah proton, serta jumlah elektronnya, coba lengkapi Tabel 4.4. Gunakan contoh di atas untuk menentukan jumlah proton, neutron, elektron, dan nomor massa suatu atom!

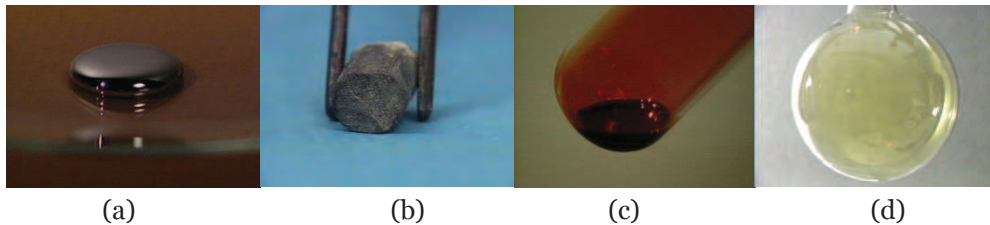
Tabel 4.4 Atom dan Partikel Penyusunnya

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang A_ZX
			e	p	n			
1.	Hidrogen	H	1	1	0	1	1	${}^1_1\text{H}$
2.	Helium	He	2	2	2	2	4	${}^4_2\text{He}$
3.	Karbon	C	6	6	6	6	12	${}^{12}_6\text{C}$
4.	Karbon	C		6			13	
5.								${}^{14}_6\text{C}$
6.	Fluor	F	9	9			19	
7.	Magnesium			12			24	
8.		K			20		39	
9.								${}^{80}_{35}\text{Br}$
10.								${}^{84}_{36}\text{Kr}$

Keterangan:

e = elektron; p = proton; n = neutron; Z = nomor atom; A = nomor massa

Beberapa unsur seperti emas (Au), perak (Ag), dan platina (Pt) merupakan unsur-unsur logam mulia yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Sebagian besar unsur yang ada di alam sangat penting untuk kehidupan. Namun, beberapa unsur seperti merkuri ($^{200}_{80}\text{Hg}$), timbal ($^{209}_{82}\text{Pb}$), dan logam berat lain, merupakan unsur yang berbahaya bagi tubuh makhluk hidup terutama manusia. Unsur ini tidak dapat didaur ulang dalam tubuh dan sulit untuk dikeluarkan, karena dalam tubuh kita tidak ada mekanisme yang berfungsi untuk menghilangkan unsur ini. Logam berat ini mampu bertahan dalam tubuh sepanjang hayat kita. Konsentrasi dari logam berat ini dapat bertambah sepanjang waktu atau dikenal dengan bioakumulasi. Logam berat ini dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kanker dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Seorang wanita yang hamil juga dapat mengalami keguguran dan melahirkan bayi yang cacat akibat kandungan logam berat dalam tubuhnya.



Sumber: Banks, dkk., 1995

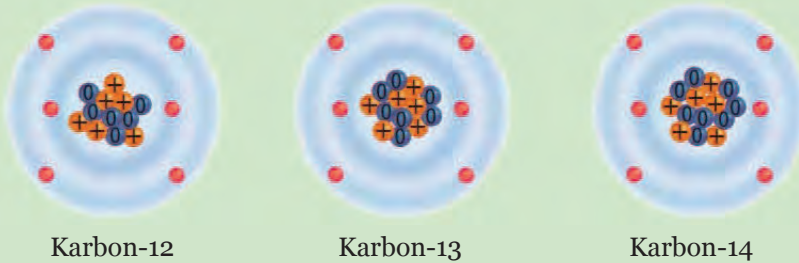
Gambar 4.13 Beberapa Contoh Unsur (a) Merkuri (Hg), (b) Litium (Li), (c) Brom (Br_2), (d) Klor (Cl_2)

Pernahkah kamu mendengar penyakit Minamata? Penyakit ini pertama kali diidentifikasi pada tahun 1956 di teluk Minamata, Jepang. Di teluk Minamata ini terdapat pelabuhan ikan dan pabrik pupuk dan senyawa kimia lain yang dalam prosesnya menggunakan merkuri (Hg). Suatu ketika merkuri ini bocor dan masuk kedalam lautan serta mengkontaminasi ikan dan hewan laut lainnya. Masyarakat sekitar yang mengonsumsi ikan yang terkontaminasi merkuri mengalami bioakumulasi merkuri dalam tubuhnya. Bioakumulasi merkuri ini menyebabkan keterbelakangan mental, cacat lahir, buta dan tuli, serta menyebabkan kematian. Kejadian ini membuat perhatian warga dunia untuk lebih menjaga dan melindungi lingkungan dari pencemaran, khususnya logam berat. Teluk Minamata akhirnya ditetapkan bebas merkuri pada bulan Juli 1997 (41 tahun kemudian) dan warga sekitar dapat beraktifitas menangkap ikan maupun berenang di laut.



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu mendengar kata arkeolog? Arkeolog adalah seorang ilmuwan yang mempelajari kehidupan dan kebudayaan pada zaman dahulu. Seorang arkeolog mampu mengukur umur fosil yang telah ditemukan. Tahukah kamu bagaimana cara mengukur umur fosil tersebut? Cara mengukur umur fosil adalah dengan mengidentifikasi atom karbon yang terkandung dalam fosil. Di alam terdapat tiga jenis atom karbon yaitu $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$, dan $^{14}_6\text{C}$.



Gambar 4.14 Isotop-Isotop Atom Karbon

Pada Tabel 4.3 kamu telah melengkapi bahwa ketiga atom C tersebut mempunyai nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda. Atom-atom yang demikian disebut isotop. Perbandingan jumlah ketiga isotop karbon di alam tetap. Isotop karbon-14 atau $^{14}_6\text{C}$ mempunyai waktu paruh 5.730 tahun. Artinya kalau kamu mempunyai isotop karbon-14 sebanyak 1,0 gram maka setelah 5.730 tahun isotop itu tinggal 0,50 gram (separuh dari jumlah awal) karena meluruh menjadi zat lain. Karbon-14 sangat reaktif sehingga mudah bergabung dengan oksigen menghasilkan gas karbondioksida. Jumlah karbon-14 pada tumbuhan dan hewan tetap selama masih hidup. Karbon-14 pada tumbuhan dan hewan mati akan berkurang sebanding dengan waktu paruhnya. Dengan menggunakan perbandingan jumlah karbon-14 yang masih tinggal pada tanaman atau hewan yang mati dengan jumlah karbon-12 yang ada di atmosfer maka umur fosil tanaman atau fosil hewan tersebut dapat dihitung. Nah, sekarang coba kamu hitung berapa umur fosil sebuah Dinosaurus yang awalnya memiliki 1 kg isotop karbon -14 sekarang tinggal 33,75 gram!

C. Prinsip Pembentukan Molekul

Ayo, Kita Pelajari



- Konfigurasi elektron



Istilah Penting

- Konfigurasi
- Ion
- Senyawa ionik
- Senyawa kovalen
- Ikatan kimia
- Kation
- Anion

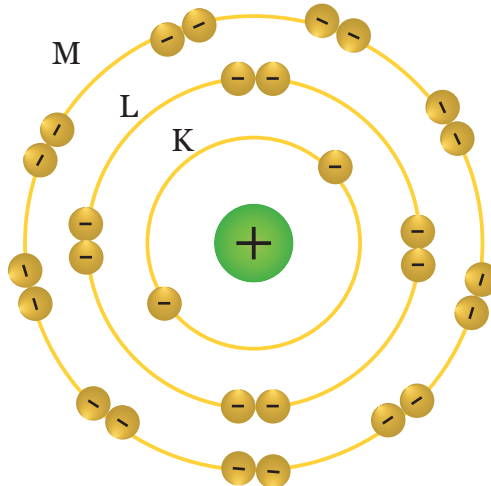
Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami dasar pembentukan suatu senyawa kimia.

1. Konfigurasi Elektron

Agar mengetahui bagaimana atom-atom dapat berikatan kamu harus mempelajari susunan elektron di dalam suatu atom atau yang disebut dengan konfigurasi elektron. Sebagaimana dijelaskan pada model atom, atom mempunyai tingkat-tingkat energi yang menurut Bohr disebut kulit-kulit atom. Menurut teori mekanika gelombang yaitu teori atom yang digunakan pada saat ini, tingkat-tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut adalah tingkat energi K atau $n=1$, L untuk $n=2$, M untuk $n=3$ dan seterusnya.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.15 Tingkat Energi Atom dan Jumlah Elektron Maksimal

Agar kamu lebih mudah mempelajari susunan elektron dalam suatu atom, kita gunakan istilah kulit-kulit atom sebagaimana teori Bohr untuk tingkat-tingkat energi. Dengan demikian suatu atom akan mempunyai kulit K ($n=1$), kulit L ($n=2$), dan seterusnya. Masing-masing kulit atom ditempati oleh sejumlah elektron. Setiap kulit mempunyai jumlah maksimum elektron yang dapat menempatinnya. Misalnya kulit K, maksimum hanya dapat ditempati oleh 2 elektron. Apabila atom tersebut mempunyai elektron lebih dari 2 maka elektron berikutnya akan menempati kulit yang lebih tinggi. Pengisian elektron pada kulit-kulit atom dimulai dari pengisian kulit terdalam atau yang mempunyai energi paling rendah.

Tabel 4.5 Nama Kulit Atom dan Jumlah Elektron Maksimalnya

Tingkat Energi (n) ke:	Nama Kulit Atom	Jumlah Elektron Maksimal yang dapat Menempati
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32

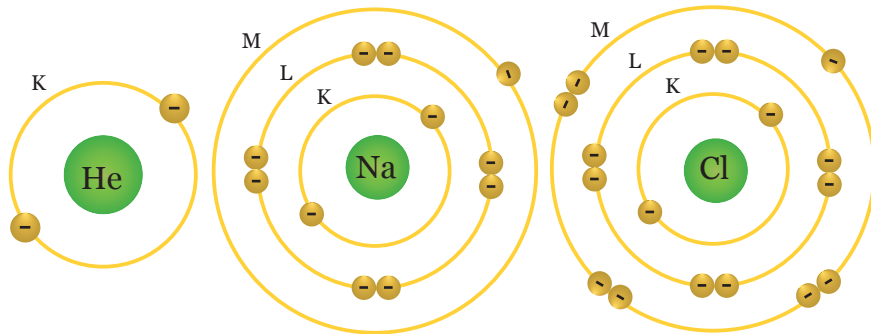
Berdasarkan Tabel 4.5, perhatikan contoh jumlah elektron pada masing-masing kulit beberapa atom berikut.

Tabel 4.6 Susunan Elektron Atom pada Tingkat Energi

Nama Atom	Lambang	Nomor Atom	Jumlah Elektron	Susunan Elektron pada Tingkat Energi:			
				K	L	M	N
Hydrogen	H	1	1	1	0	0	0
Helium	He	2	2	2	0	0	0
Neon	Ne	10	2	8	0	0	0
Natrium	Na	11	11	2	8	1	0
Klor	Cl	17	17	2	8	7	0
Argon	Ar	18	18	2	8	8	0
Kalsium	Ca	20	20	2	8	8	2
Bromin	Br	35	35	2	8	18	7
Kripton	Kr	36	36	2	8	18	8

Pengisian elektron secara berurutan dimulai dari kulit K kemudian ke kulit atom yang lebih tinggi. Pada contoh di atas, Atom helium (He), natrium (Na), dan klor (Cl) sesuai dengan urutan jumlah elektron

maksimal yang dapat ditempati elektron. Namun pada Ca yang mempunyai 20 elektron, kulit atom K dan L berturut-turut ditempati oleh 2 dan 8 elektron sehingga tersisa 10 elektron. Walaupun kulit M dapat ditempati 18 elektron tetapi jumlah elektron yang tersisa hanya 10, maka kulit atom M hanya terisi 8 elektron dulu dan kulit atom N terisi 2 elektron. Tetapi kalau jumlah elektron yang tersisa setelah K dan L terisi lebih dari 18 elektron maka kulit atom M terisi 18 elektron seperti contoh pada atom bromin dan kripton. Intinya, elektron akan disusun pada setiap kulit hingga membentuk susunan yang paling stabil.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.16 Tingkat Energi (Kulit) Atom dan Jumlah Elektron Maksimal



Ayo, Kita Diskusikan

Apakah kamu sudah memahami susunan (konfigurasi) elektron? Agar kamu lebih paham coba kerjakan bersama kelompokmu untuk membuat susunan elektron atom-atom: magnesium $_{12}\text{Mg}$, fosfor $_{15}\text{P}$, dan kalium $_{19}\text{K}$.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.2 Membuat Model Atom Bohr

Apa yang kamu perlukan?

1. Plastisin dengan tiga warna yang berbeda
2. Kawat tembaga
3. Kertas karton ukuran 40 x 30 cm
4. Gunting

Apayang harus kamu lakukan?

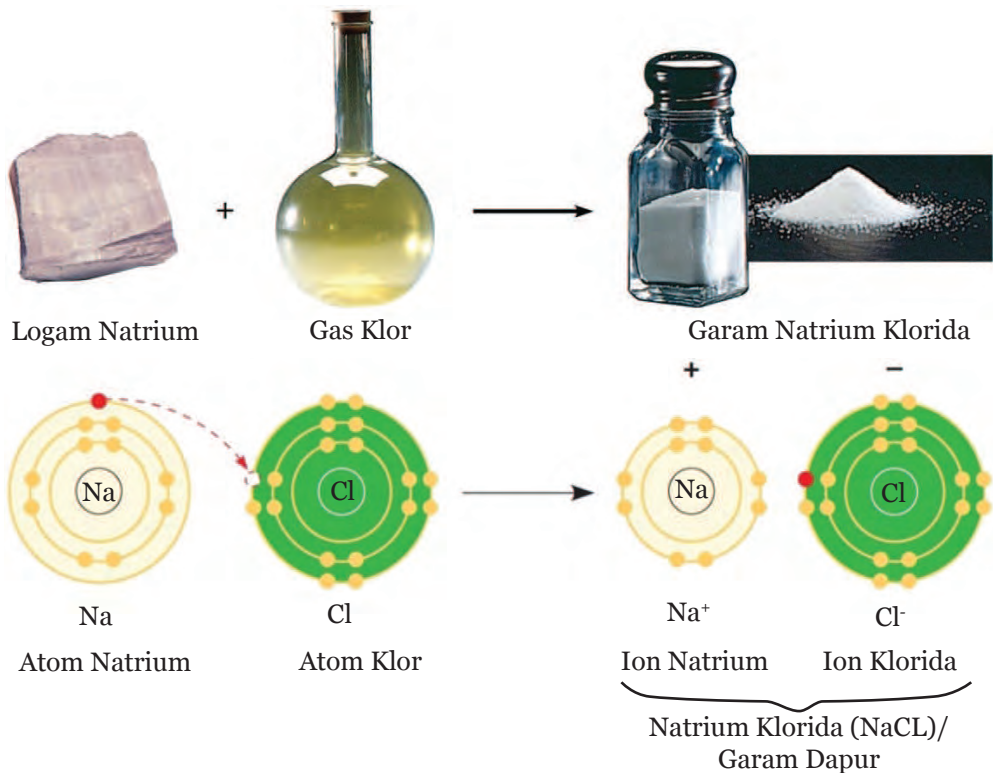
1. Tentukan jenis atom yang akan kamu buat
2. Tentukan jumlah proton, neutron, dan elektron dari atom yang akan kamu buat
3. Buatlah bulatan sebesar kelereng dengan menggunakan plastisin (untuk elektron bulatan lebih kecil). Gunakan plastisin yang berbeda warna untuk neutron, proton, dan elektron.
4. Buatlah lingkaran kulit-kulit atom menggunakan kawat tembaga. Bila kulit atom lebih dari satu kamu dapat membuat lingkaran dengan jari-jari berbeda.
5. Tempelkan plastisin sebagai elektron pada lingkaran kawat sesuai dengan jenis atomnya.
6. Tempelkan plastisin pada kawat tembaga sesuai dengan atom yang ingin kamu peragakan.
7. Berikan nama dan lambang atom yang kamu buat.
8. Carilah informasi tambahan mengenai manfaat atau fungsi dari jenis atom (unsur) yang kamu buat dalam kehidupan sehari-hari.
9. Presentasikan model atom yang kamu buat di depan kelas.
10. Jika kamu masih belum paham model atom Bohr, coba perhatikan kembali Tabel 4.3 dan Gambar 4.16!

2. Ion

Atom-atom dengan nomor atom 1 sampai 18 akan ada dalam keadaan stabil bila kulit atom terluarnya berisi 2 elektron seperti helium (He) atau 8 elektron seperti neon (Ne), argon (Ar), dan kripton (Kr). Untuk mencapai jumlah 8 elektron, suatu atom dapat melepaskan atau menerima satu atau lebih elektron. Contoh atom natrium (Na) yang mempunyai 11 elektron mempunyai susunan elektron $K=2$, $L=8$, dan $M=1$ (lihat Gambar 4.14). Pada konfigurasi seperti ini kulit atom M hanya terisi satu elektron. Keadaan ini menyebabkan natrium (Na) tidak stabil. Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluarnya, atom Na dapat melepaskan satu elektron atau menerima 7 elektron dari atom lain. Tetapi, menerima 7 elektron sangat sulit, maka atom natrium (Na) cenderung melepaskan 1 elektron. Akibatnya, bila Na melepaskan 1 elektron maka ada satu proton di dalam inti atom natrium (Na) yang tidak diseimbangkan oleh elektron. Jadi natrium (Na) akan kelebihan muatan positif dari satu proton.

Pada atom natrium (Na) yang melepaskan satu elektron, atom natrium (Na) yang pada mulanya bersifat netral akan berubah menjadi Na bermuatan $+1$ yang ditulis Na^+ . Jenis Na^+ tersebut disebut ion Na^+ . Berdasarkan penjelasan tersebut, apakah kamu dapat menyimpulkan apa itu ion? Ion yang bermuatan positif seperti ion Na^+ secara umum disebut **kation**. Contoh lain adalah atom kalsium (Ca) yang mempunyai susunan elektron dalam atomnya $K=2$, $L=8$, $M=8$, dan $N=2$. Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluar maka kalsium (Ca) melepaskan dua elektron menjadi ion Ca^{2+} .

Sebaliknya atom klor (${}_{17}\text{Cl}$) mempunyai susunan elektron $K=2$, $L=8$, dan $M=7$ (lihat Gambar 4.15). Agar atom klor (Cl) stabil maka ditangkaplah satu elektron dari atom lain agar kulit atom M terisi 8 elektron. Atom klor (Cl) yang menerima satu elektron akan kelebihan muatan negatif. Atom klor (Cl) yang pada mulanya bersifat netral mempunyai 17 proton dan 17 elektron, jika menerima satu elektron dari luar maka atom klor (Cl) akan menjadi bermuatan -1 atau ditulis Cl^- . Ion yang bermuatan negatif secara umum disebut **anion**. Coba kamu amati kembali dengan seksama Gambar 4.12 tentang proses pembentukan garam dapur (NaCl).



Sumber: Campbell, dkk., 2008

Gambar 4.17 Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur

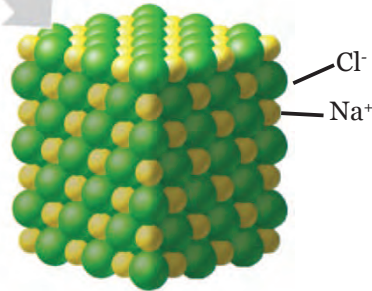
Sebuah ion positif (kation) memiliki jumlah elektron lebih sedikit dari proton yang ada pada inti atom, sebaliknya ion negatif (anion) memiliki jumlah elektron lebih banyak dari proton. Dengan kata lain, atom yang melepaskan elektron akan menjadi ion yang bermuatan positif, sedangkan atom yang menerima elektron akan menjadi ion yang bermuatan negatif.

Pada contoh pembentukan garam NaCl (Gambar 4.17), ion Na^+ dan ion Cl^- tarik-menarik secara elektrostatis membentuk senyawa NaCl yang netral. Senyawa yang terbentuk dari kation dan anion disebut senyawa ionik. Gaya tarik-menarik (gaya elektrostatis) antara kation dan anion dalam senyawa tersebut disebut **ikatan ion**.

Kebanyakan unsur-unsur di alam berbentuk ion-ion. Seperti garam dapur yang kita konsumsi setiap hari dalam bumbu masakan terbentuk dari interaksi tarik menarik antara ion Na^+ dengan ion Cl^- . Dengan demikian garam NaCl merupakan **senyawa ionik**.



Natrium Klorida (NaCl)



Sumber: Campbell, dkk., 2008

Gambar 4.18 Kristal Natrium Klorida (Garam Dapur)

Pada senyawa NaCl, kation dan anion tersusun selang-seling secara teratur sedemikian rupa seperti pada Gambar 4.18 sehingga tarik-menarik antara Na^+ dan Cl^- terjadi maksimal. Susunan seperti itu disebut dengan istilah **kristal**. Pada umumnya unsur-unsur dalam bentuk logam cenderung melepaskan elektron, sehingga akan bermuatan positif (membentuk kation), sedangkan unsur non logam akan cenderung menerima elektron sehingga bermuatan negatif (membentuk anion). Kecenderungan suatu atom untuk menerima atau melepas elektron sehingga menjadi stabil juga dapat diketahui dari jumlah elektron terluar. Atom yang memiliki elektron terluar lebih dari 5 cenderung mengikat atau menerima elektron, sedangkan atom yang memiliki elektron kurang dari 4 cenderung melepaskan elektron.

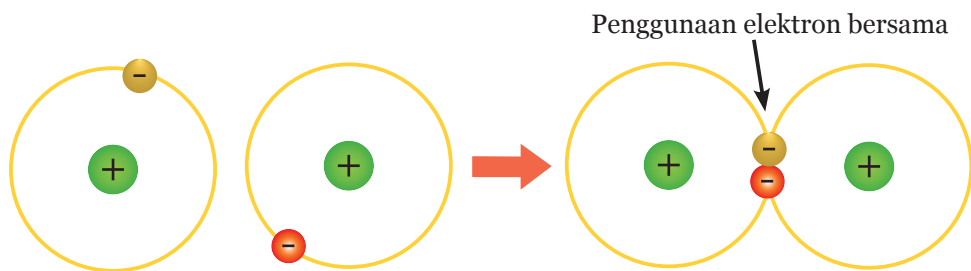


Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah label salah satu minuman penyegar. Periksalah ion-ion yang dituliskan pada label minuman tersebut. Kelompokkan kation dan anion yang ada pada minuman itu dalam satu tabel. Kamu juga dapat membandingkan jenis-jenis ion yang ada dalam beberapa minuman penyegar. Apakah kandungannya sama atau berbeda? Carilah informasi tentang peranan ion-ion tersebut dalam tubuh manusia.

Minuman penyegar atau yang biasa disebut minuman isotonik mengandung beberapa jenis ion. Misalnya ada ion kalium (K^+), ion kalsium (Ca^{2+}), ion magnesium (Mg^{2+}), ion klorida (Cl^-) dan mungkin juga ada gugusan atom yang berupa ion seperti ion karbonat (CO_3^{2-}) dan ion hidrogen karbonat (HCO_3^-). Ion-ion tersebut secara normal sudah ada dalam tubuh kita, namun karena kita melakukan aktivitas yang berat seperti berlari atau bermain sepak bola, maka ion-ion tersebut akan dikeluarkan dari tubuh melalui keluarnya keringat. Hal ini menyebabkan ion-ion dalam tubuh berkurang sehingga tubuh kita terasa lelah. Dengan meminum-minuman isotonik, maka ion-ion yang hilang akan terganti oleh ion-ion yang ada dalam minuman isotonik tersebut. Sehingga, tubuh kita akan mejadi segar kembali.

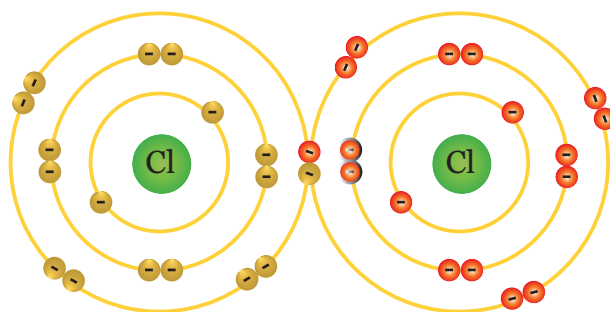
Tahukah kamu? Agar atom-atom berada dalam keadaan stabil, atom-atom juga dapat menggunakan bersama sejumlah elektron. Contoh paling sederhana adalah atom hidrogen (H) yang mempunyai satu elektron. Gas hidrogen di alam bukan sebagai H tetapi sebagai H_2 . Gas H_2 mempunyai dua elektron yang digunakan bersama. Jumlah dua elektron tersebut menyerupai elektron terluar gas mulia helium (He). Perhatikan Gambar 4.17.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.19 Penggunaan Elektron Bersama pada Molekul H_2

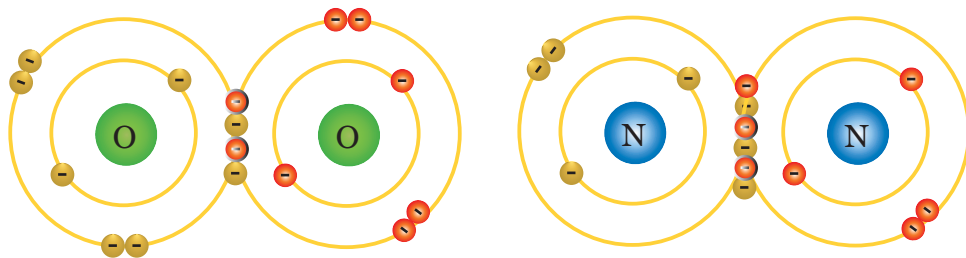
Begitu pula dengan atom klor (Cl) mempunyai 7 elektron pada tingkat energi atau kulit atom M sehingga kekurangan satu elektron agar menjadi lebih stabil. Untuk melengkapi jumlah 8 elektron pada kulit terluarnya, atom Cl menggunakan bersama satu elektron dari atom Cl lain sehingga membentuk Cl_2 seperti pada Gambar 4.20.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 4.20 Penggunaan Bersama Dua Elektron pada Molekul Cl₂

Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron antar dua atom disebut dengan ikatan kovalen. Pada contoh gas hidrogen dan gas klor di atas masing-masing menggunakan bersama satu pasang elektron. Ikatan yang terbentuk antara atom H dengan H atau Cl dengan Cl biasanya ditulis dengan lambang H—H atau Cl—Cl. Satu tanda garis ‘—’ mewakili satu pasang elektron yang digunakan bersama.

Unsur oksigen (O) dan nitrogen (N) di alam terdapat sebagai gas O₂ dan N₂. Bagaimana gas oksigen (O₂) dan gas nitrogen (N₂) terbentuk? Agar lebih stabil atom O memerlukan 2 elektron agar kulit terluarnya terisi 8 elektron. Agar memenuhi keadaan itu atom O menggunakan bersama dua pasang elektron seperti pada Gambar 4.21a. Atom nitrogen mempunyai 5 elektron pada kulit terluarnya sehingga kekurangan 3 elektron. Oleh sebab itu, atom N akan berikatan dengan atom N yang lain menggunakan bersama 3 pasangan elektron (Gambar 4.21b). Ikatan kovalen pada gas oksigen dapat ditulis dengan O=O sedangkan pada gas nitrogen dapat ditulis N≡N. Ingat! Banyaknya garis yang menghubungkan kedua atom tersebut menunjukkan banyaknya pasangan elektron yang digunakan bersama.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 4.21 Penggunaan Bersama Elektron pada (a) Gas Oksigen (O₂) dan (b) Gas Nitrogen (N₂)

Masih ingatkah kamu dengan model atom Dalton senyawa H_2O dan CO_2 ? Pada molekul air (H_2O), satu atom oksigen mengikat dua atom hidrogen. Air merupakan senyawa dimana atom-atomnya berikatan secara kovalen. Demikian juga gas CO_2 , satu atom C mengikat dua atom O yang kedua atom ini menggunakan bersama pasangan elektron. Senyawa-senyawa yang antar atomnya berikatan kovalen disebut **senyawa kovalen**.



Ayo, Kita Selesaikan

Gambarkan penggunaan elektron bersama pada molekul air, dan karbondioksida. Cocokkan gambarmu dengan simbol molekul molekul itu: H-O-H untuk H_2O dan O=C=O untuk CO_2 . Berapa pasang elektron yang digunakan bersama pada masing-masing molekul tersebut?

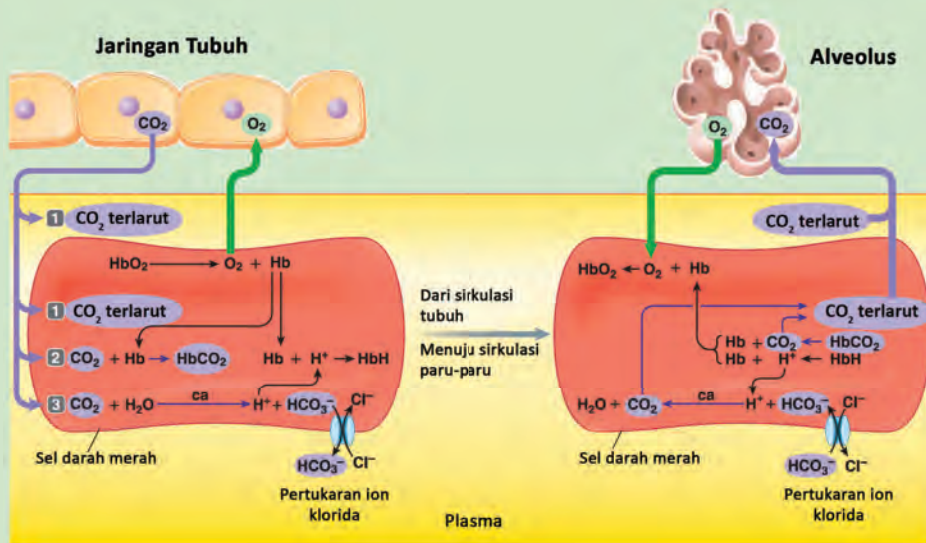
Pencapaian kestabilan atom-atom dari suatu unsur yang ada di alam dengan cara pelepasan dan penerimaan elektron atau penggunaan bersama pasangan elektron menyebabkan atom-atom dapat bergabung satu sama lain membentuk molekul. Molekul-molekul tersebut menyusun suatu senyawa. Oleh karena itu, molekul-molekul glukosa yang terdiri atas atom-atom C, H, dan O bergabung membentuk senyawa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ yang rasanya manis. Pada gambar 4.4 kamu telah ditunjukkan bahwa molekul-molekul glukosa bergabung satu dengan yang lain membentuk rantai panjang menghasilkan molekul rantai panjang penyusun amilum. Masih ingatkah kamu dengan ion karbonat (CO_3^{2-})? Bagaimana ikatan-ikatan yang terjadi pada ion tersebut?



Tahukah Kamu?

Ion sangatlah penting bagi kehidupan, manusia tidak akan dapat hidup tanpa adanya ion-ion. Masih ingatkah kamu apa fungsi ion kalsium (Ca^{2+}) pada sistem peredaran darah manusia? Ion kalsium sangat penting dalam pembekuan darah ketika terjadi luka pada tubuh kita (Ingat materi tentang darah di kelas VIII!). Tanpa ion kalsium proses pembekuan darah tidak dapat berlangsung. Darah akan terus

keluar dari tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian. Selain berperan dalam pembekuan darah ion juga sangat penting dalam transpor gas oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) dalam tubuh.



Sumber: Sherwood, 2010

Gambar 4.22 Mekanisme Transpor Oksigen dan Karbondioksida

Karbondioksida (CO_2) yang berada di jaringan tubuh diambil dan disalurkan menuju paru-paru melalui tiga cara: (1) karbondioksida larut dalam plasma darah dan sel darah, (2) terikat dengan hemoglobin (Hb) membentuk $HbCO_2$, dan (3) sebagai ion bikarbonat (HCO_3^-). Di dalam sel darah merah terdapat enzim karbonat anhidrase, enzim ini mempercepat pembentukan ion HCO_3^- dari molekul CO_2 dan H_2O . Dalam pembentukan ion HCO_3^- juga dihasilkan ion hidrogen (H^+), ion hidrogen ini akan berikatan dengan Hb. Ion bikarbonat akan keluar dari sel darah merah menuju plasma darah dengan cara difusi melalui celah khusus. Proses ini dapat terjadi akibat konsentrasi ion bikarbonat dalam sel darah merah lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasinya dalam plasma darah. Selama proses difusi ini, ion klorida (Cl^-) akan masuk ke dalam sel darah merah untuk menjaga keseimbangan ion dalam sel darah akibat keluarnya ion HCO_3^- . Reaksi yang terjadi dalam jaringan paru-paru adalah kebalikan dari proses pada jaringan tubuh, dimana CO_2 akan berdifusi keluar dari sel darah merah untuk keluar dari paru-paru. Selain pada sistem peredaran darah, ion juga berperan pada sistem kelistrikan syaraf. Materi ini akan kamu pelajari pada bab 5 tentang kelistrikan dan teknologi listrik di lingkungan.



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, di antaranya ion H^+ dan ion O^{2-} . 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^{2-} 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 Renungkan

Setelah kamu membaca peranan ion dalam sistem peredaran darah manusia tentunya kamu semakin takjub dan kagum akan kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa bukan? Betapa hebat Tuhan kita yang telah mendesain mekanisme-mekanisme rumit dalam tubuh kita. Kita juga tidak boleh sombong, karena manusia itu sesungguhnya sangatlah lemah dan tidak berdaya. Bayangkan hanya tanpa satu jenis ion misalnya ion klorida (Cl^-) niscaya manusia tidak akan bisa hidup.

3. Identifikasi Unsur

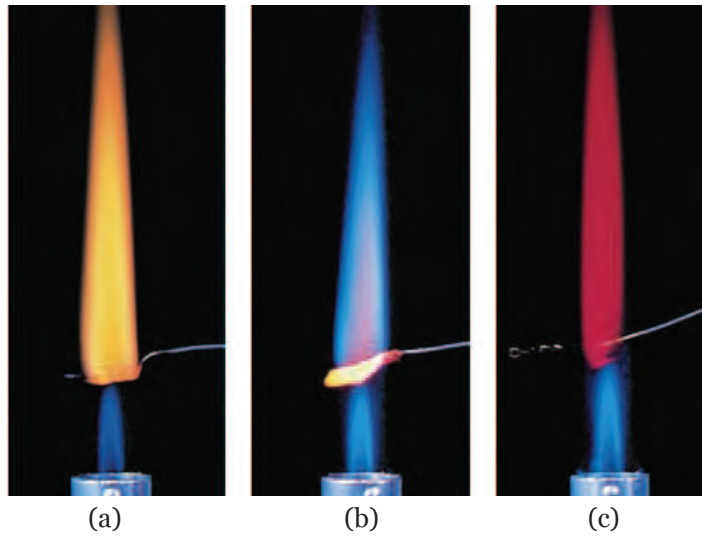
Pada Gambar 4.6 kamu telah mempelajari lampu warna warni dari gas mulia. Selain itu, adakah di antara kamu yang suka melihat kembang api? Bagaimana kembang api dapat menghasilkan nyala berwarna-warni?



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 4.23 Kembang Api

Kembang api mengandung senyawa-senyawa tertentu. Bila kembang api dibakar maka molekul-molekul yang ada di dalam senyawa tersebut menyerap energi dan menyebabkan elektron-elektron pada atomnya mengalami perpindahan antar kulit atom. Perpindahan elektron dari kulit atom yang lebih rendah ke tinggi akan menyerap energi sedangkan perpindahan elektron dari kulit yang lebih tinggi ke rendah akan melepaskan energi. Energi yang dilepaskan tersebut akan terlihat sebagai cahaya. Masing-masing atom mempunyai jarak antarkulit atom yang berbeda sehingga energi yang diserap atau dilepaskan juga akan berbeda. Perbedaan tersebut menyebabkan terjadinya warna-warna yang berbeda. Jika kamu menyulut kembang api berarti kamu telah melakukan reaksi kimia yang menghasilkan cahaya.

Warna khas yang dihasilkan oleh unsur-unsur pada keadaan terbakar tersebut dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu unsur dalam suatu materi secara kualitatif. Prinsip tersebut digunakan oleh ilmuwan untuk mengidentifikasi kadar suatu unsur pada suatu bahan. Bila kita membakar suatu senyawa dan menghasilkan warna-warna tertentu yang menunjukkan bahwa dalam senyawa itu terdapat unsur tertentu disebut dengan **uji nyala**. Contoh hasil uji nyala beberapa unsur disajikan pada Gambar 4.24. Hanya saja tidak semua unsur mempunyai warna yang khas oleh sebab itu uji nyala ini hanya digunakan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur.



Sumber: Trefil & Hazen, 2010
Gambar 4.24 Perbedaan Warna dari Pembakaran Unsur: (a) Natrium (Na), (b) Kalium (K), (c) Litium (Li)



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.2 Mengidentifikasi Unsur Melalui Pembakaran

Kamu telah mengetahui bahwa setiap unsur memiliki warna yang berbeda ketika dibakar. Pada aktivitas ini kamu akan mengidentifikasi unsur-unsur pada suatu bahan melalui pembakaran suatu benda.

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah pinset
2. 1 gram garam dapur
3. 1 gram pupuk NPK
4. 10 cm kawat tembaga
5. 1 buah pembakar spiritus
6. 1 pasang sarung tangan kain/ kulit

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Pakailah sarung tangan untuk melindungi tanganmu dari panas.
2. Siapkan kawat tembaga sekitar 10 cm, lalu jepit satu ujung dengan pinset, kemudian ambil garam dapur dengan cara menyentuhkan ujung kawat tembaga yang lain. Bakarlah pada pembakar spirtus yang memiliki nyala biru.
3. Amati dan catatlah warna yang dihasilkan dari pembakaran tersebut.
4. Ulangi langkah 1-3 dengan mengganti garam dengan pupuk NPK.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Apakah warna yang dihasilkan dari pembakaran garam dan pupuk NPK berbeda? Mengapa demikian?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

D. Karakteristik Benda dalam Kehidupan Sehari-hari

Ayo, Kita Pelajari



- Intan dan grafit
- Plastik
- Logam
- Tulang dan Gigi



Istilah Penting

- Intan
- Grafit
- HDPE
- LDPE
- PP
- Perunggu
- Kuningan
- Baja

Mengapa Penting?



Membantu kamu memahami komponen penyusun benda-benda dalam kehidupan sehari-hari termasuk tubuhmu sendiri. Dengan mengetahui komponen penyusun tubuh kamu dapat menjaga pola makan agar tubuhmu tetap sehat dan kuat.

Perhatikan Gambar 4.25! Kamu tentu sering melihat tempat sampah tersebut bukan? Apakah tempat sampah yang kamu lihat di rumahmu atau di sekolahmu seperti pada gambar 4.25? Pada gambar tersebut dibedakan tempat untuk macam sampah yang berbeda.

Menurut kamu, mengapa kita harus memasukkan sampah sesuai dengan tempat sampah yang telah disediakan? Masing-masing sampah tersebut terbentuk dari bahan-bahan atau unsur-unsur yang berbeda.

Sampah-sampah dari sisa-sisa tumbuhan akan mudah dihancurkan oleh bakteri dalam tanah sedangkan sampah-sampah dari bahan kimia seperti kaca, plastik, dan logam lebih sukar dihancurkan. Oleh sebab itu, kamu perlu memisahkan jenis sampah tersebut. Melalui aktivitas mengklasifikasikan sampah kita akan lebih mudah memproses sampah tersebut. Masih ingatkah kamu materi di kelas VIII tentang sifat bahan dan pemanfaatannya seperti serat, karet, keramik, gelas, dan kayu? Pada bagian ini kita akan mempelajari beberapa bahan yang lain. Ayo kita simak penjelasan berikut ini dengan penuh antusias!

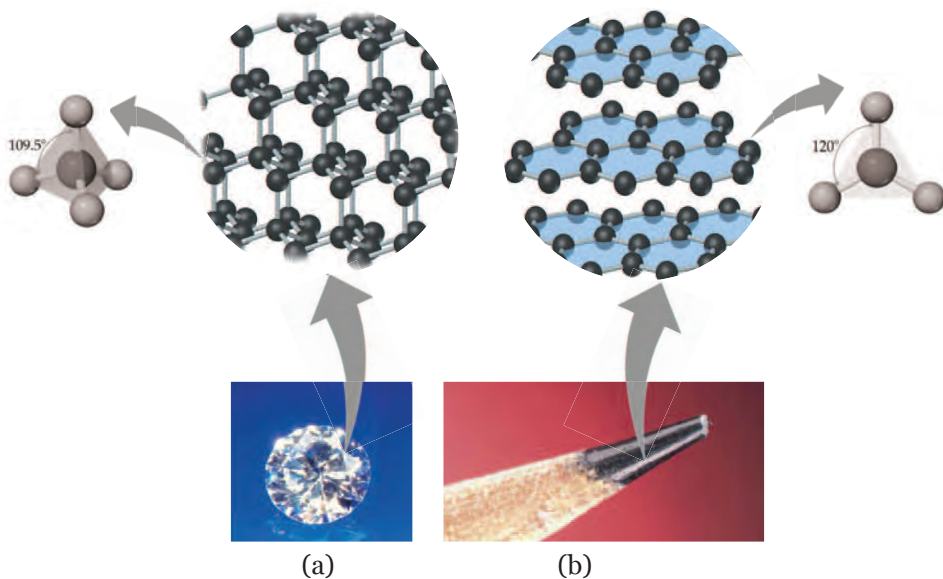


Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.25 Tempat Sampah

1. Intan dan Grafit

Tahukah kamu meskipun suatu bahan tersusun dari atom-atom yang sama, namun jika struktur atau susunan dari atom-atom tersebut berbeda maka benda dapat memiliki karakteristik atau sifat-sifat yang berbeda? Tahukah kamu tentang intan? Intan merupakan salah satu batu berharga dan merupakan kristal yang sangat indah. Intan biasanya digunakan sebagai perhiasan. Tahukah kamu tentang grafit? Grafit biasanya digunakan sebagai bahan untuk isi pensil. Tahukah kamu bahwa sebenarnya intan dan grafit tersusun dari atom yang sama yaitu atom karbon (C)?



Sumber: Whitten, dkk., 2010.

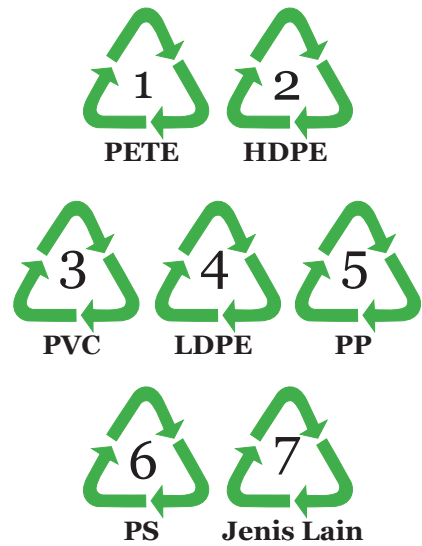
Gambar 4.26 Struktur (a) Intan dan (b) Grafit pada Isi Pensil

Pada intan masing-masing atom karbon (C) mengikat empat atom karbon (C) lainnya dengan ikatan kovalen membentuk struktur tetrahedral (struktur berupa empat bidang). Struktur ini membuat intan bersifat sangat kuat dan keras serta memiliki titik lebur hingga 3550°C . Pada grafit atom C berikatan dengan 3 atom C lainnya membentuk lapisan heksagonal (struktur berbentuk datar yang terbentuk dari struktur berbentuk segienam). Antar lapisan diikat oleh suatu gaya yang disebut gaya Van der Waals yang lemah, sehingga grafit lebih rapuh dibandingkan intan. Struktur grafit yang demikian menyebabkan elektron mudah berpindah-pindah, sehingga grafit merupakan bahan yang bagus sebagai penghantar listrik. Oleh karena itu, grafit biasanya juga digunakan sebagai elektroda pada baterai.

Perbedaan jenis ikatan yang ada pada kedua bahan tersebut menyebabkan perbedaan sifat bahan. Grafit lebih lunak daripada intan karena strukturnya berlapis-lapis. Hal itu menunjukkan bahwa sifat-sifat suatu bahan juga ditentukan oleh struktur molekul-molekul penyusunnya. Struktur molekul dalam suatu bahan tidak dapat direkayasa oleh manusia tetapi hal itu diciptakan oleh Tuhan Yang Maha Esa. Itulah kebesaran dan kemurahan Tuhan untuk umat manusia di dunia ini.

2. Plastik

Periksalah bagian bawah botol plastik air mineral atau kotak makanan! Kamu akan menemukan beberapa logo seperti pada Gambar 4.27. Apa maksud dari logo-logo tersebut? Logo tersebut bukan berarti plastik tersebut dapat didaur ulang atau digunakan kembali melalui proses kimia. Tetapi logo tersebut merupakan identitas bahan yang digunakan untuk membuat plastik. Memahami logo-logo tersebut akan memudahkan kita dalam memilih plastik yang sesuai untuk kebutuhan dan jenis plastik mana yang dapat didaur ulang. Agar kamu semakin paham tentang bahan-bahan untuk membuat plastik ayo pelajari penjelasan berikut ini!



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 4.27 Logo Jenis Plastik

a. PETE (Polyethylene Terephthalate) atau Kode 1

PETE atau PET merupakan salah satu plastik yang sering digunakan sebagai wadah makanan. Plastik PETE dapat kita temukan pada hampir semua botol air mineral dan beberapa pembungkus. Plastik ini dirancang untuk satu kali penggunaan saja. Jadi, jika digunakan berulang dapat meningkatkan resiko ikut terkonsumsinya bahan plastik dan bakteri yang berkembang pada bahan itu. Hal ini disebabkan jenis plastik PETE ini sulit untuk dibersihkan dari bakteri dan bahan plastik PETE dapat bersifat racun. Plastik ini sebaiknya didaur ulang dan tidak digunakan kembali.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 4.28
Botol Minuman

b. HDPE (High-Density Polyethylene) atau Kode 2

Plastik HDPE merupakan jenis plastik yang biasanya digunakan untuk membuat botol susu, botol deterjen, botol shampo, botol pelembab, botol minyak, mainan, dan beberapa tas plastik. HDPE merupakan plastik yang paling umum didaur ulang dan dianggap

plastik paling aman. Proses daur ulang plastik ini cukup sederhana dan tidak membutuhkan biaya banyak. Plastik HDPE ini sangat keras dan tidak mudah rusak karena pengaruh sinar matahari, panas yang tinggi, atau suhu yang dingin. Karena itu, HDPE digunakan untuk membuat meja piknik, tempat sampah, dan produk lain yang membutuhkan ketahanan terhadap cuaca.

c. PVC (Polyvinyl Chloride) atau Kode 3

Plastik PVC memiliki sifat lembut dan fleksibel. Plastik ini digunakan untuk membuat plastik pembungkus makanan, botol minyak sayur, dan mainan anak-anak seperti pelampung renang. Selain itu juga digunakan untuk membuat pipa plastik, dan komponen kabel komputer. PVC dikhawatirkan sebagai “plastik beracun” karena mengandung berbagai racun yang dapat mencemari makanan. Plastik ini juga sukar didaur ulang. Produk PVC sebaiknya tidak digunakan kembali sebagai pembungkus makanan.

d. LDPE (Low-Density Polyethylene) atau Kode 4

LDPE biasa ditemukan pada pembungkus baju, kantung pada layanan cuci kering, pembungkus buah-buahan agar tetap segar, dan pada botol pelumas. LDPE dianggap memiliki tingkat racun yang rendah dibandingkan dengan plastik yang lain. LDPE tidak umum untuk didaur ulang, jika didaur ulang plastik LDPE biasanya digunakan sebagai bahan pembuat ubin lantai.

e. PP (Polypropylene) atau Kode 5

Plastik PP bersifat kuat, ringan, dan tahan terhadap panas. Plastik PP mampu menjaga bahan yang ada di dalamnya dari kelembaban, minyak dan senyawa kimia lain. PP biasanya digunakan sebagai pembungkus pada produk sereal sehingga tetap kering dan segar. PP juga digunakan sebagai ember, kotak margarin dan yogurt, sedotan,



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.29

Botol Pelembab dan Shampoo



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.30

Pelampung Renang



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.31

Botol Pelumas

tali, isolasi, dan kaleng plastik cat. Plastik dari PP dianggap aman jika digunakan kembali dan dapat didaur ulang.

f. PS (Polystyrene) atau Kode 6

Polystyrene atau styrofoam merupakan plastik yang murah, ringan, dan mudah dibentuk. Plastik ini banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan. Biasanya plastik PS digunakan sebagai botol minuman ringan, karton telur, kotak makanan, dan pembungkus bahan yang akan dikirim dalam jarak jauh. Plastik PS ini mudah rusak dan rapuh, sehingga mudah terpotong-potong menjadi kecil dan mudah mencemari lingkungan. Senyawa styrene pada plastik polystyrene mungkin bisa lepas dari plastik tersebut dan jika dikonsumsi dapat memicu kanker dan gangguan sistem reproduksi. Oleh karena itu, jika memungkinkan kita dapat menghindari plastik ini untuk digunakan sebagai pembungkus makanan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.32
Kaleng Plastik Cat



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.33
Kotak Makanan dari Styrofoam

g. Bahan Plastik Lain (BPA, Polycarbonate, dan LEXAN) atau Kode 7

Kategori plastik dengan kode 7 ini digunakan sebagai kode plastik dengan bahan selain bahan yang telah dipaparkan sebelumnya. Plastik ini biasanya digunakan untuk membuat aksesoris kendaraan, namun ada juga pabrik yang menggunakan plastik ini sebagai bahan baku botol minuman bayi dan pembungkus makanan. Penggunaan plastik ini sebagai botol minuman dan pembungkus makanan sangat tidak dianjurkan, karena salah satu zat penyusun plastik ini misalnya BPA (Bisphenol A) merupakan senyawa yang dapat mengganggu kerja hormon-hormon tubuh. Oleh karena itu sebaiknya kamu menghindari penggunaan plastik yang memiliki kode 7 (tujuh) ini.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.34
Botol Minuman Bayi

3. Logam

a. Baja

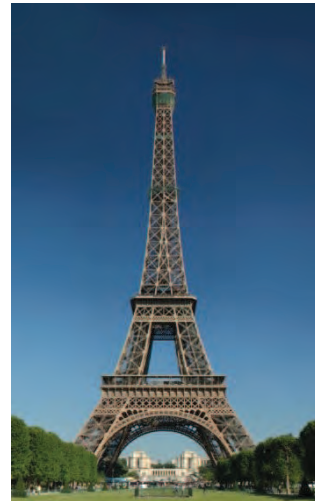
Perhatikan Gambar 4.35! Bagaimana menara Eifel bisa berdiri kokoh setinggi 300 meter dan tetap dapat bertahan meskipun terkena hembasan angin kuat maupun gempa? Salah satunya disebabkan karena struktur dan bahan dasar bangunan yang kuat yaitu baja. Tahukah kamu apa itu baja?

Baja atau disebut besi hitam biasanya digunakan sebagai komponen utama pada mesin, rangka mobil, kapal, kereta, perkakas, senjata, dan sebagai rangka bangunan. Baja sebenarnya merupakan logam paduan (*alloy*) antara logam besi (Fe) sebagai bahan utama dengan karbon (C) sekitar 0,2% hingga 2,1%. Selain karbon dalam baja juga terkandung mangan (Mn), fosfor (P), sulfur (S), silikon (Si), dan sebagian kecil oksigen (O), nitrogen (N), dan alumunium (Al). Peningkatan kualitas baja biasanya dilakukan dengan penambahan nikel (Ni), krom (Cr), molybdenum (Mo), boron (B), titanium (Ti), vanadium (V), dan niobium (Nb). Fungsi unsur karbon dalam baja adalah sebagai bahan penguat dan meningkatkan kekuatannya sehingga dapat mencegah pergeseran atom-atom dalam logam baja. Hal ini disebabkan karena karbon dapat mengisi ruang kosong antar atom besi pada ikatan logam sehingga lebih rapat dan keras.

Guna mencegah korosi, biasanya baja ditambahkan kromium (Cr) minimal 11% dari total bahan. Penambahan kromium (Cr) akan membentuk lapisan yang keras pada permukaan baja dan dikenal dengan stainless steel (baja tahan karat). Stainless steel ini banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan alat-alat dapur seperti kompor maupun sebagai bahan dalam pembuatan pagar.

b. Baja Ringan (Galvanum)

Jika kamu melihat rumah yang sedang dibangun, adakalanya kamu melihat rangka atap berwarna putih atau perak. Tahukah kamu apa itu? Rangka atap tersebut adalah baja ringan atau disebut galvanum.



Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 4.35
Menara Eifel

Galvanum merupakan logam baja tipis yang dilapisi oleh campuran logam yang terdiri atas aluminium (Al) sebanyak 55%, seng (Zn) sebanyak 43%, dan silikon (Si) sebanyak 1,6%. Jika dibandingkan dengan kayu sebagai atap rumah material galvanum lebih ramah lingkungan, anti karat, dan memiliki ketahanan sangat tinggi.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.36
Atap Galvalum

c. Perunggu

Perunggu merupakan logam campuran yang mengandung tembaga (Cu) sebagai komponen utamanya dengan jenis logam lain seperti timah (Sn). Selain dengan timah logam lain yang dapat dicampurkan yaitu mangan (Mn), aluminium (Al), fosfor (P), atau silikon (Si). Pada umumnya, dalam perunggu terkandung tembaga sebesar 88% sedangkan 12% adalah timah. Titik lebur dari perunggu beragam, tergantung dengan perbandingan komponen penyusunnya. Umumnya perunggu memiliki titik lebur 950 °C. Perunggu juga tidak dapat ditarik magnet. Tetapi, jika dalam pembuatannya diberi unsur besi atau nikel maka juga dapat ditarik magnet.

Perunggu ini lebih kuat dari pada logam tembaga dan digunakan secara luas dalam industri. Perunggu juga tahan terhadap korosi akibat air laut, sehingga perunggu banyak digunakan sebagai kincir kapal dan bagian lain dari kapal yang berhubungan dengan air laut. Selain itu perunggu juga banyak digunakan pembuatan prasasti, alat musik gong dan alat gamelan, serta digunakan untuk membuat medali.



Sumber: images.google.com

Gambar 4.37
Medali Perunggu

d. Kuningan

Kuningan merupakan logam paduan antara tembaga (Cu) dan seng (Zn). Perbandingan antara tembaga dan seng beragam, tergantung dengan karakteristik kuningan yang ingin dihasilkan. Namun, umumnya kadar tembaga antara 60-90% dari massa total. Kuningan banyak digunakan sebagai dekorasi karena memiliki warna yang cerah

seperti emas. Selain itu kuningan juga banyak digunakan sebagai bahan dalam membuat alat-alat rumah tangga dan alat musik seperti terompet dan *snar drum*.

Tahukah kamu bahwa kandungan tembaga dalam kuningan mampu membunuh bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam waktu beberapa menit hingga beberapa jam setelah menempel. Tembaga ini dapat membunuh mikroorganisme tersebut dengan beberapa mekanisme, antara lain: merusak struktur membran sel bakteri sehingga bakteri dapat mati, mengganggu keseimbangan ion dalam bakteri, mengganggu tekanan osmosis, dan membentuk senyawa hidrogen peroksida (H_2O_2) pada membran bakteri.



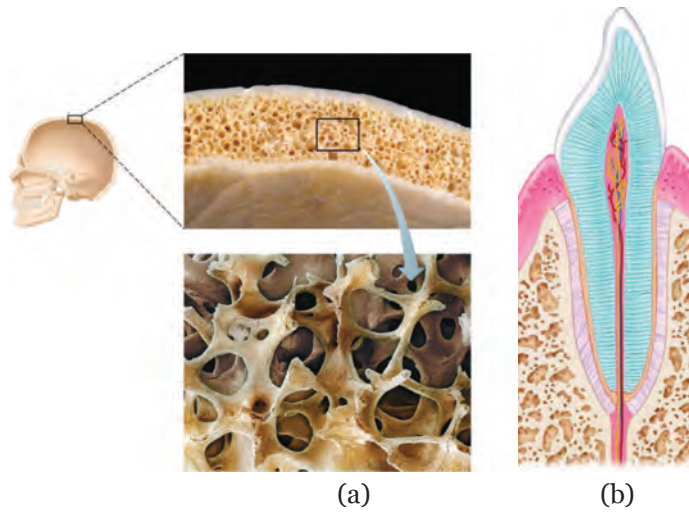
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 4.38

Pegangan Pintu dari Kuningan

4. Tulang dan Gigi

Kamu sudah memahami beberapa karakteristik bahan disekitarmu serta penyusunnya bukan? Nah, sekarang tahukah kamu zat-zat penyusun tulang dan gigi kita? Tulang tersusun atas bagian yang hidup yaitu sel-sel tulang (osteosit) dan bagian tak hidup. Sel-sel tulang kadarnya berbeda-beda selama kita tumbuh. Pada tulang yang sudah sempurna kadar sel-sel tulang hanya sekitar 5 persen. Komponen tak hidup penyusun tulang terdiri atas zat organik dan zat anorganik. Zat organik penyusun tulang antara lain yaitu kolagen (ikatan serat protein yang tersusun memanjang yang bersifat elastis), protein polisakarida, dan glikoaminoglikan (mukopolisakarida) sebesar 50 persen. Zat anorganik penyusun tulang yaitu kalsium fosfat $Ca_3(PO_4)_2$, merupakan senyawa ionik yang tersusun dari ion Ca^{2+} dan PO_4^{2-} . Pada tulang juga ditemukan ion bikarbonat (HCO_3^-) sekitar 4-8 persen. Zat anorganik tersebut membentuk senyawa yang disebut hidroksiapatit ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$). Mineral-mineral tersebut berfungsi sebagai bahan penguat, pembuat kaku, dan penguat tulang. Tahukah kamu bahwa struktur tulang yang bagus ini mampu ditarik dengan beban $700-1400 \text{ kg/cm}^2$ dan mampu menahan beban $1400-2100 \text{ kg/cm}^2$. Kekuatan ini hampir sama dengan kekuatan dari aluminium atau baja lunak.



Sumber: Marieb, 2010
Gambar 4.39 Struktur (a) Tulang dan (b) Gigi

Bagaimana dengan gigi? Zat penyusun gigi hampir sama dengan zat penyusun tulang. Pada gigi terdapat protein yang dinamakan amelogenin dan enamelin. Pada gigi juga terdapat senyawa yang mengandung unsur magnesium (Mg), natrium (Na), dan fluor (F). Senyawa yang mengandung ion florida (F⁻) dalam gigi berfungsi sebagai pelindung gigi dari kerusakan akibat terkena zat asam. Selain itu florida juga dapat mempercepat mineralisasi atau penambahan zat kalsium (Ca) dan fosfor (P) pada permukaan gigi. Oleh karena itu, adanya flourida pada pasta gigi memiliki fungsi yang besar dalam mengurangi kerusakan gigi. Nah, kamu sudah tahu bukan fungsi dari pasta gigi? Apakah kamu sudah rajin menggosok gigi?



Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah pembungkus salah satu pasta gigi. Periksalah zat-zat yang tertera dalam pasta gigi tersebut. Carilah informasi tentang peranan zat tersebut tersebut dalam menjaga kesehatan gigi!



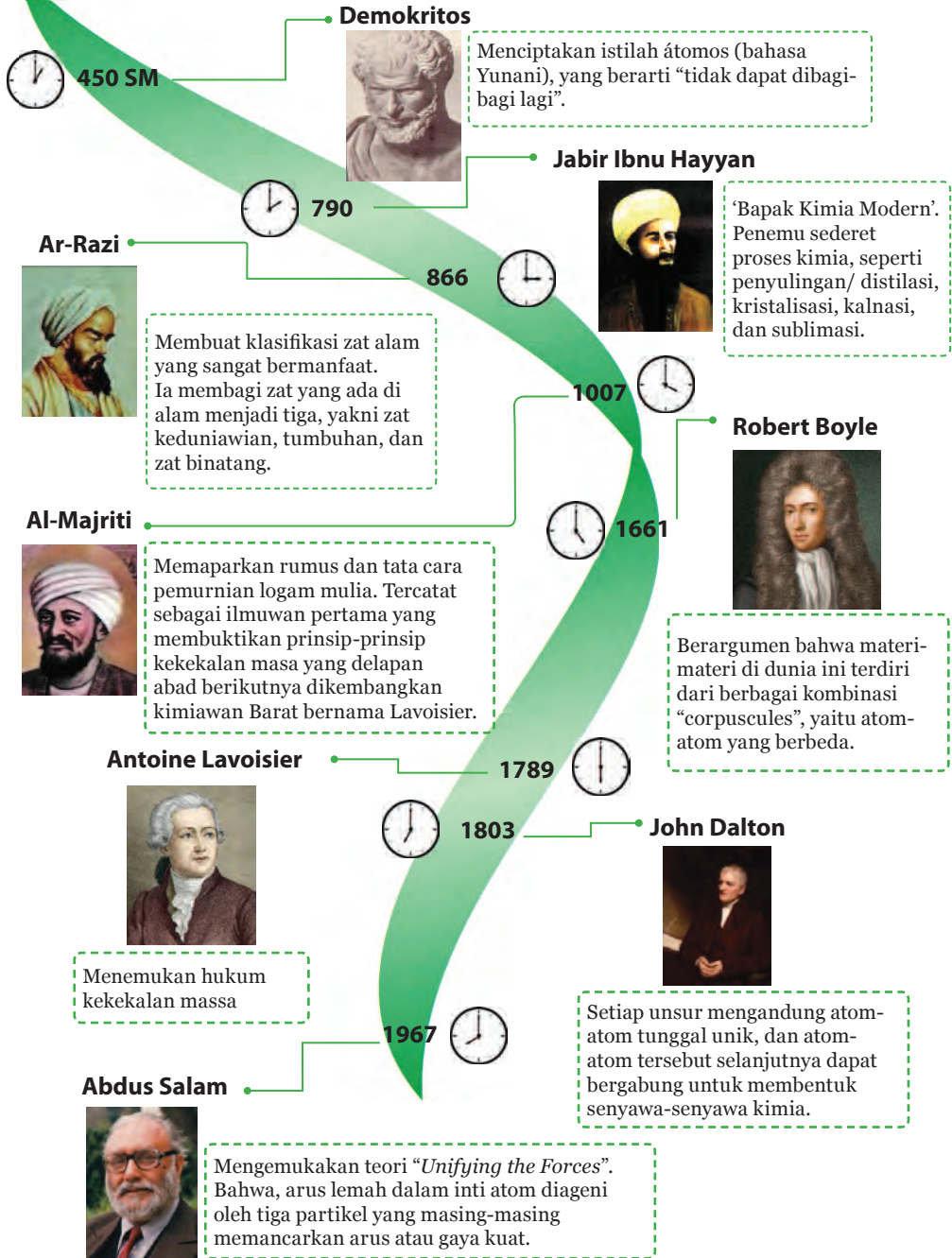
Ayo, Kita Renungkan

Coba buka tas sekolahmu, barang apa saja yang dapat kamu temukan? Kamu mungkin akan menemukan buku tulis, pensil, ballpoint, karet penghapus, baju olahraga atau bahkan botol minuman. Dari mana semua bahan tersebut berasal? Semua bahan tersebut tentunya berasal dari olahan unsur-unsur yang ada di alam. Tentunya ini merupakan anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang menyiapkan bumi dengan berbagai isinya untuk kebutuhan makhluk yang hidup di dalamnya. Tidak semua unsur yang ada di alam dapat dimanfaatkan secara langsung. Kita harus mengolah beberapa bahan dari alam untuk dijadikan bahan lain sehingga dapat dimanfaatkan, seperti halnya karet penghapus yang berasal dari getah pohon karet. Getah dari pohon karet ini dapat dimanfaatkan untuk membuat berbagai jenis ban karet, alas sepatu, atau karet gelang yang biasa kamu gunakan untuk bermain.

Namun apakah kamu sudah memanfaatkan semua bahan-bahan tersebut dengan benar? Apakah kamu sudah menggunakan buku tulismu dengan benar? Apakah kamu sudah membuang sampah plastikmu dengan benar? Apa yang terjadi jika kamu membuang sampah plastik sembarangan? Salah satu cara yang dapat kamu lakukan untuk mensyukuri nikmat Tuhan Yang Maha Esa akan berbagai materi yang telah disiapkan di alam ini adalah dengan menjaga alam itu sendiri, misalnya menghemat dalam penggunaan kertas, untuk mengurangi penebangan pohon. Membuang sampah secara terpisah antara kertas, plastik, dan sampah organik, sehingga dapat dimanfaatkan kembali dan tidak mencemari lingkungan.



Info Tokoh





Rangkuman

1. Setiap benda dan makhluk hidup tersusun oleh molekul-molekul. Molekul ini tersusun atas partikel yang lebih kecil yaitu atom.
2. Atom tersusun atas partikel subatom yaitu proton yang memiliki muatan positif, elektron yang memiliki muatan negatif, dan neutron yang tidak bermuatan.
3. Selain disusun oleh molekul yang berbeda, sifat-sifat suatu materi atau benda yang berbeda juga dapat disebabkan oleh perbedaan susunan molekul-molekul dalam materi itu.
4. Ada beberapa teori perkembangan atom, yaitu teori Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan teori atom modern.
5. Partikel subatom, misalnya elektron banyak digunakan dalam berbagai bidang, misalnya dalam mikroskop elektron dan sinar-X.
6. Setiap atom memiliki nomor atom dan nomor massa. Nomor atom menunjukkan jumlah proton, sedangkan nomor massa menunjukkan penjumlahan proton dan neutron.
7. Molekul dan atom yang menerima atau melepas elektron menjadi bermuatan dan membentuk ion.
8. Proses pembentukan ion itu disebut ionisasi. Ion yang bermuatan positif disebut kation. Sedangkan ion yang bermuatan negatif secara umum disebut anion. Gaya tarik-menarik antara kation dan anion dalam senyawa tersebut disebut ikatan ionik.
9. Pembentukan ikatan kimia melalui penggunaan bersama elektron antardua atom disebut dengan ikatan kovalen.
10. Susunan elektron di dalam suatu atom disebut dengan konfigurasi elektron.
11. Tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut adalah tingkat energi K atau $n=1$ yang dapat ditempati oleh 2 elektron, L untuk $n=2$ yang dapat ditempati oleh 8 elektron, M untuk $n=3$ yang dapat ditempati oleh 18 elektron dan seterusnya.
12. Uji nyala dapat digunakan untuk mengetahui kandungan beberapa unsur dalam suatu senyawa secara sederhana.
13. Intan dan grafit tersusun dari atom yang sama yaitu atom karbon (C), namun membentuk struktur dan jenis ikatan yang berbeda sehingga dapat dihasilkan karakteristik yang berbeda. Pada

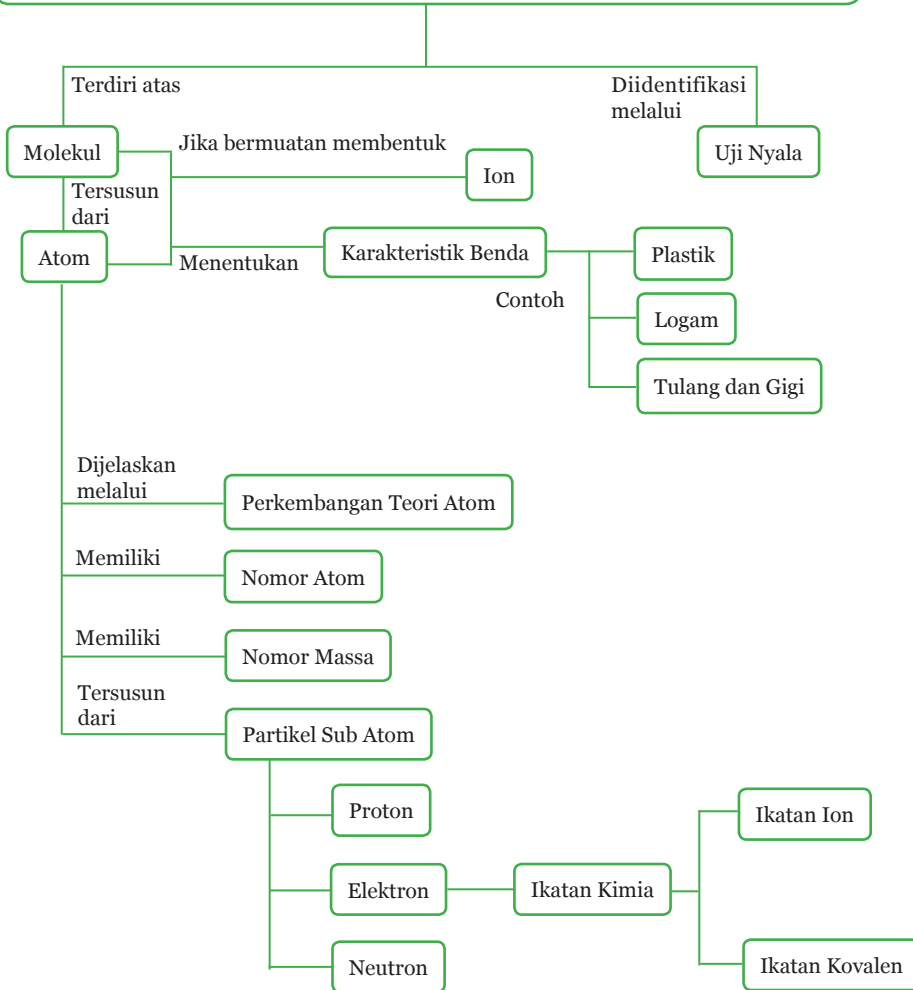
intan masing-masing atom karbon (C) mengikat empat atom karbon (C) lainnya dengan ikatan kovalen membentuk struktur tetrahedral.

14. Ada beberapa jenis plastik didasarkan pada bahan penyusunnya, yaitu plastik PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, dan jenis lain.
15. Masing-masing jenis plastik memiliki karakteristik yang berbeda sehingga pemanfaatannya juga perlu memperhatikan karakteristik dari jenis plastik tersebut.
16. Ada banyak jenis logam yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, misalnya baja, *stainless steel*, galvalum, perunggu, dan kuningan.
17. Suatu logam dapat dipadukan dengan logam yang lain sehingga dapat diperoleh sifat yang baru.
18. Tulang tersusun atas bagian yang hidup yaitu sel-sel tulang (osteosit) dan bagian tak hidup. Zat organik penyusun tulang antara lain yaitu kolagen, proteinpolisakarida, dan glikoaminoglikan. Zat anorganik penyusun tulang yaitu senyawa hidroksiapatit.



Peta Konsep

Partikel Penyusun Benda Mati dan Makhluk Hidup





Uji Kompetensi

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

1. Ilmuwan yang menemukan bahwa inti atom bermuatan positif dan elektron bergerak mengelilinginya adalah
 - a. Bohr
 - b. Dalton
 - c. Rutherford
 - d. Thomson
2. Suatu ion M^{2+} mempunyai 18 elektron dan 20 neutron. Pernyataan yang benar tentang atom M adalah
 - a. nomor atom M adalah 18
 - b. jumlah proton M adalah 18
 - c. nomor massa M adalah 40
 - d. nomor massa M adalah 38
3. Ruthenium mempunyai nomor atom 44 dan nomor massa 101. Jumlah proton yang terdapat dalam atom ruthenium adalah
 - a. 44
 - b. 57
 - c. 88
 - d. 101
4. Atom berikut ini yang mempunyai jumlah elektron 32 adalah
 - a. ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 - b. ${}_{16}^{32}\text{S}$
 - c. ${}_{22}^{48}\text{Ti}$
 - d. ${}_{32}^{76}\text{Ge}$
5. Terkecuali atom hidrogen (H), inti dari sebagian besar atom terdiri atas....
 - a. hanya neutron
 - b. proton dan neutron
 - c. proton dan elektron
 - d. neutron dan elektron

6. Dua atom atau lebih yang bergabung (melalui ikatan kimia), baik antara atom-atom yang sama maupun atom-atom yang berbeda disebut....
 - a. atom
 - b. larutan
 - c. molekul
 - d. campuran
7. Grafit dapat menghantarkan listrik karena
 - a. struktur molekulnya sangat padat
 - b. terdapat elektron yang mudah bergerak dalam strukturnya
 - c. sifatnya yang rapuh dan berwarna hitam
 - d. ikatan kovalen antar atom C sangat kuat
8. Atom atau sekelompok atom yang bermuatan listrik disebut....
 - a. kation
 - b. ion
 - c. anion
 - d. senyawa
9. Di antara ion berikut ini: SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , dan PO_4^{3-} , manakah yang termasuk kation?
 - a. SO_4^{2-}
 - b. Na^+
 - c. Cl^-
 - d. PO_4^{3-}
10. Plastik PETE dapat digunakan sebagai wadah makanan karena....
 - a. Dibuat dari zat murni yang mudah diperoleh di alam
 - b. Tahan terhadap panas tinggi dan sinar matahari
 - c. Tidak mudah terurai menjadi molekul yang lebih sederhana
 - d. Mempunyai sifat elastis dan tembus pandang

B. Uraian

1. Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Gas ini bersifat racun dan dihasilkan antara lain dari pembakaran yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor.
 - a. Tuliskan rumus molekul karbon monoksida!
 - b. Berdasarkan jenis atom yang membentuknya, maka karbon monoksida tergolong dalam senyawa....
 - c. Mengapa gas karbon monoksida berbahaya?
2. Suatu jenis minuman suplemen mengandung ion-ion sebagai pengganti ion tubuh yang hilang setelah beraktivitas. Berikut ini adalah beberapa pernyataan mengenai minuman tersebut, berikan nilai Benar/salah untuk masing-masing pernyataan dan berikan alasannya!
 - a. minuman tersebut termasuk ke dalam larutan

- b. ion merupakan molekul yang bermuatan
 - c. ion merupakan atom atau sekumpulan atom yang bermuatan
 - d. minuman tersebut termasuk senyawa
3. Gambarkan konfigurasi elektron untuk atom netral $_{10}\text{Ne}$, $_6\text{C}$, $_1\text{H}$, $_{20}\text{Ca}$, $_{18}\text{Ar}$ dan $_{19}\text{K}$. Sebutkan pula berapa jumlah elektron valensi dari masing-masing atom tersebut!
 4. Kata organ, jaringan, sel dapat digunakan untuk menyusun kalimat berikut. Paru-paru adalah organ yang tersusun dari jaringan yang terbentuk dari sel. Gunakan kata molekul, atom, dan senyawa untuk melengkapi kalimat berikut.
Gula adalah ... tersusun dari ... yang terbuat dari....
 5. Lengkapi tabel berikut yang menunjukkan jumlah atom dari masing-masing unsur dari asam sulfat.

Unsur	Jumlah Atom
Hidrogen	
Sulfur	
Oksigen	



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Jenis Plastik yang Mencemari Lingkungan

Tujuan: Mengidentifikasi jenis-jenis plastik, dampak yang dapat ditimbulkannya di lingkungan, serta upaya menanggulangnya.

Mafaat: Dengan melakukan aktivitas ini kamu akan mengetahui berbagai jenis plastik yang ada di lingkungan dan dampak yang ditimbulkannya. Selain itu kamu juga akan belajar untuk lebih peduli dengan lingkungan melalui pembuatan poster.

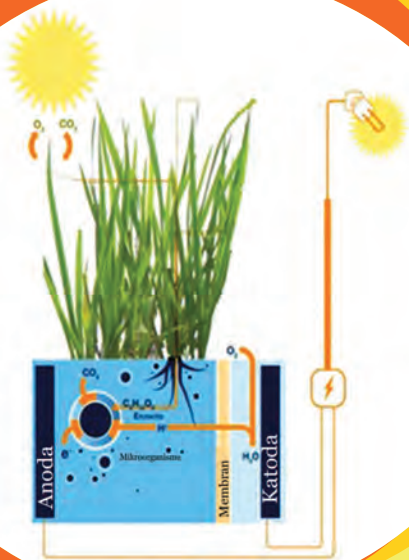
Apa yang kamu perlukan?

1. Alat tulis,
2. kertas lembar pengamatan, dan
3. kamera (optional).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah lingkungan sekitar rumahmu.
2. Identifikasilah jenis plastik apa yang banyak kamu temui dan mencemari lingkungan? Tulislah hasil temuanmu pada tabel pengamatan.
3. Jelaskan apa saja dampak negatif dari plastik tersebut pada lingkungan yang kamu amati.
4. Analisislah mengapa plastik dapat menyebabkan dampak tersebut?
5. Tuliskan apa saja upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi dampak yang ditimbulkan plastik?
6. Lampirkan foto dari lingkungan dan benda-benda yang terbuat dari plastik yang mencemari lingkungan tersebut!
7. Buatlah poster dalam rangka untuk menanggulangi dampak yang ditimbulkan plastik bagi lingkungan, lalu tempel di mading kelas atau mading sekolah.

Bab 5 Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan



Pernahkah kamu mendengar istilah “listrik”? Apakah kamu juga pernah mendengar istilah “teknologi”? Apakah kamu mengetahui apa yang dimaksud dengan listrik? Dari manakah asal listrik? Apakah listrik hanya berhubungan dengan teknologi saja? Bagaimana hubungan listrik dengan makhluk hidup? Apakah manusia, hewan, dan tumbuhan juga memiliki sifat kelistrikan?

Agar kamu dapat mengetahui jawabannya, mari kita pelajari bab ini dengan penuh semangat!

Betapa luar biasa anugerah Tuhan yang memberikan rahmat dan hidayah pada manusia berupa pikiran. Dengan pikiran, manusia dapat terus melakukan inovasi yang dapat menunjang kesejahteraan kehidupan manusia, salah satunya adalah listrik. Coba amati lingkungan sekitarmu, apakah sudah ada listrik? Jika ada, digunakan untuk apa sajakah listrik tersebut? Pada sebagian daerah, listrik sudah menjadi penunjang utama kehidupan. Listrik digunakan untuk menyalakan lampu, televisi, mengisi baterai telepon genggam, dan bahkan untuk menanak nasi. Listrik yang mengalir pada kabel atau sebuah rangkaian yang digunakan untuk berbagai peralatan elektronik tersebut akan dipelajari lebih lanjut pada pembahasan listrik dinamis atau bagian kedua dari bab ini. Bagian pertama pada bab ini akan membahas tentang konsep listrik statis, yaitu sifat kelistrikan yang dimiliki benda.

A. Konsep Listrik Statis

Ayo, Kita Pelajari



- Muatan listrik
- Hukum Coulomb
- Medan listrik
- Beda potensial
- Energi listrik
- Kelistrikan pada sistem saraf
- Hantaran listrik dan hewan penghasil listrik

Istilah Penting



- Muatan
- Elektron
- Proton
- Elektroskop
- Gaya Coulomb
- Medan listrik
- Beda potensial listrik

Mengapa Penting?



Setelah memahami bab ini, kamu akan dapat menjelaskan perbedaan konsep listrik statis dan dinamis, serta pemanfaatannya dalam berbagai produk teknologi di lingkungan secara aman.

1. Muatan Listrik

Masih ingatkah kamu tentang partikel penyusun atom yang telah kamu pelajari pada Bab 4? Atom tersusun atas partikel subatom yaitu proton (bermuatan positif), neutron (tidak bermuatan), dan elektron (bermuatan negatif). Listrik sangat erat kaitannya dengan elektron dan proton. Karena neutron tidak bermuatan, maka neutron tidak

memainkan peran dalam listrik. Bagaimana interaksi masing-masing muatan pada suatu bahan? Kejadian apa sajakah dalam kehidupan sehari-hari yang menggambarkan adanya gejala interaksi antara muatan listrik? Agar lebih memahami gejala kelistrikan yang biasa kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, ayo lakukan aktivitas berikut.



Ayo, Kita Lakukan

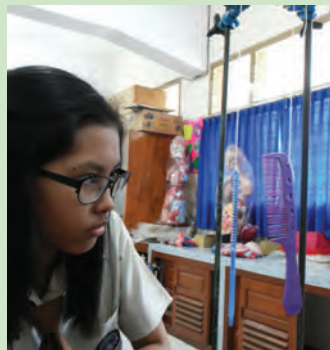
Aktivitas 5.1 Gejala Listrik Statis

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah sisir plastik,
2. 2 buah batang kaca atau gelas kaca,
3. 2 tali/benang sepanjang 30 cm,
4. 2 buah statif, dan
5. rambut kering.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Gantungkan dua sisir plastik pada dua statif dengan menggunakan tali. Atur jarak kedua sisir kurang lebih 5 cm.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.1 Dua Sisir Bermuatan yang digantung

2. Gosokkan dua sisir plastik tersebut ke rambut kering, kemudian biarkan kedua sisir tersebut tergantung bebas. Amati dan catat peristiwa yang terjadi pada kedua sisir.
3. Lakukan langkah 1 dan 2 dengan menggunakan batang kaca.
4. Gantungkan satu sisir plastik dan satu kaca masing-masing pada

statif. Gosokkan sisir dan batang kaca pada rambut kering, kemudian biarkan sisir dan batang kaca tergantung bebas. Amati dan catat peristiwa yang terjadi pada sisir dan batang kaca.

Saat melakukan percobaan dengan menggunakan batang kaca, pastikan pinggirannya tidak tajam sehingga tidak melukai tanganmu. Kamu dapat mengganti batang kaca dengan gelas kaca agar aman.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bandingkan hasil pengamatan kegiatan 1-2 terhadap kegiatan 3. Mengapa hal tersebut terjadi?
2. Bandingkan hasil pengamatan kegiatan 4 dengan hasil kegiatan nomor 1. Jelaskan!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Buatlah kesimpulan tentang muatan yang ada pada sisir plastik dan batang kaca setelah digosok!

Setelah kamu melakukan dan mendiskusikan kegiatan “Ayo, Lakukan pada Aktivitas 5.1”, dapatkah kamu menjelaskan mengapa hal tersebut terjadi? Hal ini berkaitan dengan adanya elektron. Masih ingatkah kamu tentang elektron? Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 4, elektron adalah partikel penyusun atom yang bermuatan negatif yang mengelilingi inti atom (nukleus). Atom yang kelebihan elektron akan menjadi bermuatan negatif dan disebut sebagai ion negatif, contohnya Cl^- , $(\text{OH})^-$, dan O^{2-} . Atom yang kekurangan elektron akan menjadi bermuatan positif dan disebut sebagai ion positif, contohnya H^+ , Na^+ , dan Mg^{2+} .

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 4, jika benda bermuatan listrik positif didekatkan dengan benda bermuatan listrik negatif maka akan saling tarik menarik. Sebaliknya, jika benda bermuatan listrik positif didekatkan dengan benda bermuatan listrik positif, atau benda bermuatan listrik negatif didekatkan dengan benda bermuatan listrik negatif akan saling tolak menolak. Interaksi kedua muatan tersebut merupakan **gejala sederhana listrik statis**.

Pada umumnya jumlah elektron dan proton pada atom-atom sebuah benda adalah sama, sehingga atom-atom pada benda tersebut tidak bermuatan listrik atau netral. Jika benda tersebut netral, dapatkah sebuah benda diubah menjadi bermuatan listrik? Bagaimana caranya? Salah satu cara untuk mengubah benda menjadi bermuatan listrik adalah dengan menggosokkan benda seperti pada kegiatan “Ayo, Kita Lakukan pada Aktivitas 5.1”. Sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan negatif karena sisir mengalami kelebihan elektron (elektron dari rambut berpindah ke sisir plastik) dan kaca yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan positif karena kaca mengalami kekurangan elektron (elektron dari kaca berpindah ke rambut yang kering).



Tahukah Kamu?

Perhatikan Tabel 5.1! Tabel 5.1 menunjukkan urutan deret benda yang akan menjadi bermuatan negatif bila digosok dengan sembarang benda di atasnya dan akan bermuatan positif bila digosok dengan benda di bawahnya. Misalnya jika gelas digosokkan secara searah pada wol, maka gelas tersebut akan menjadi bermuatan listrik positif dan wol akan menjadi bermuatan listrik negatif. Deret semacam ini dinamakan **deret tribolistrik**.

Tabel 5.1 Deret Tribolistrik

No	Nama Benda	No	Nama Benda
1	Bulu kelinci	8	Kayu
2	Gelas (kaca)	9	Batu ambar
3	Mika (plastik)	10	Damar
4	Wol	11	Logam (Cu, Ni, Ag)
5	Bulu kucing	12	Belerang
6	Sutera	13	Logam (Pt, Au)
7	Kapas	14	Solenoid



Ayo, Kita Cari Tahu

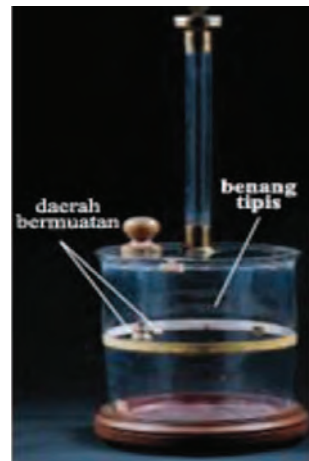
Bagaimana cara mengetahui jenis muatan listrik pada benda? Salah satu caranya adalah dengan menggunakan **elektroskop**. Perhatikan Gambar 5.2. Elektroskop memiliki 3 bagian utama, yaitu kepala elektroskop yang terbuat dari logam, penghantar atau konduktor yang menghubungkan kepala elektroskop dengan daun elektroskop, dan daun elektroskop yang terbuat dari lempeng emas atau aluminium. Daun elektroskop akan mekar apabila kepala elektroskop diberi muatan dengan cara mendekatkan benda bermuatan ke kepala elektroskop. Sekarang, buatlah elektroskop dengan menggunakan alat dan bahan sederhana, dan diskusikan dengan teman kelompokmu, bagaimana cara kerja elektroskop! Cari informasi pada guru atau dari buku untuk melengkapi tugasmu!



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.2 Elektroskop Sederhana

2. Hukum Coulomb

Masih ingatkah kamu, bahwa muatan listrik dapat saling menarik dan dapat saling menolak? Bagaimana hubungan antara gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua benda bermuatan listrik terhadap jarak keduanya? Ilmuwan Perancis, Charles Augustin Coulomb (1736 – 1806), menyelidiki hubungan gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua benda bermuatan listrik terhadap besar muatan listrik dan jaraknya menggunakan alat neraca puntir Coulomb seperti pada Gambar 5.3. Pada materi ini kamu tidak perlu melakukan penyelidikan tersebut dengan menggunakan neraca puntir, cukup lakukan Aktivitas 5.2 berikut dengan penuh semangat.



Sumber : Zitzewitz, 2005.
Gambar 5.3 Set Percobaan Coulomb



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.2 Bagaimana Interaksi Dua Benda Bermuatan terhadap Jaraknya?

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah penggaris,
2. 2 buah statif,
3. 2 buah balon yang sudah ditiup,
4. benang, dan
5. kain wol (dapat diganti dengan rambut yang kering).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Agar kedua menjadi bermuatan listrik, gosokkan kedua balon tersebut pada kain wol atau rambut yang kering selama 30 detik
2. Gantung kedua balon dengan menggunakan tali sepanjang 50 cm pada masing-masing statif yang diletakkan secara berjauhan (± 30 cm), seperti pada gambar berikut. Amati interaksi yang terjadi.



Sumber : Dokumen Kemdikbud.

Gambar 5.4 Set Percobaan

3. Ulangi langkah pertama dan kedua, namun buat variasi lamanya waktu untuk menggosok balon, misalnya dengan menggosokkan balon ke kain wol atau rambut yang kering selama 60 detik.
4. Ulangi langkah pertama hingga ketiga, namun dengan memisahkan statif sedikit lebih dekat, misalnya 20 cm.

Tabel 5.2 Data Pengamatan Kuat Interaksi Kedua Balon terhadap Lamanya Waktu Menggosok dan Jarak Kedua Muatan

No	Lamanya Waktu Menggosok Balon dengan Kain Wol atau Rambut yang Kering	Jarak Kedua Statif	Kuat Interaksi Kedua Balon
1	30 detik	a) 30 cm	
		b) 20 cm	
2	60 detik	a) 30 cm	
		b) 20 cm	

Apa yang perlu kamu diskusikan?

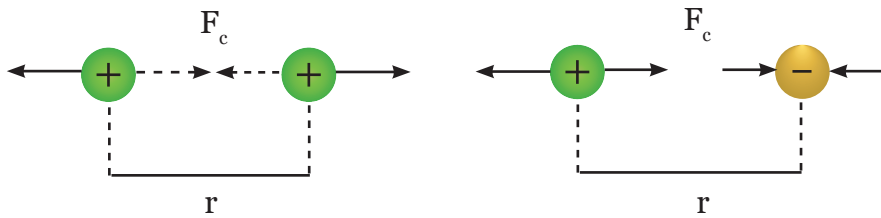
1. Bagaimana pengaruh interaksi kedua balon terhadap variasi jarak kedua statif? Apakah jarak mempengaruhi besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik kedua balon? (Bandingkan hasil pengamatan nomor 1a dengan 1b atau nomor 2a dengan 2b)
2. Bagaimana pengaruh interaksi kedua balon terhadap lamanya waktu menggosok? Apakah besar muatan mempengaruhi besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik kedua balon? (Bandingkan hasil pengamatan nomor 1a dengan 2a atau nomor 1b dengan 2b)

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Bagaimana hubungan antara gaya Coulomb dengan jarak dan besar masing-masing muatan?

Berdasarkan percobaan dengan menggunakan neraca puntir, Coulomb menyimpulkan bahwa besar gaya listrik antara dua benda bermuatan adalah:

- Berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua muatan atau $F \sim \frac{1}{r^2}$
- Berbanding lurus dengan perkalian besar kedua muatan partikel atau $F \sim q_1 \cdot q_2$



(a) Tolak-menolak

(b) Tarik-menarik

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.5 Gaya Coulomb pada Muatan Listrik

Secara matematis, rumusan Gaya Coulomb (F_c) dapat dituliskan sebagai berikut.

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

Keterangan:

F_c = gaya Coulomb (newton)

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

r = jarak antara dua muatan (meter)

q_1 = besar muatan listrik pertama (coulomb)

q_2 = besar muatan listrik kedua (coulomb)



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal

1. Dua buah muatan listrik positif yang ada di dalam membran sel saraf masing-masing sebesar q dan $2q$ terletak pada jarak 2 cm. Hitung berapakah gaya coulomb yang dialami kedua muatan tersebut jika $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$!

Diketahui:

Muatan 1 (q_1) = $+q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Muatan 2 (q_2) = $+2q = 3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$

Jarak kedua muatan (r) = 2 cm = $2 \times 10^{-2} \text{ m}$

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

Ditanya: gaya coulomb kedua muatan.

Jawab:

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

$$F = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \times \frac{(1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) \times (3,2 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$F = 11,52 \times 10^{-25} \text{ Nm}^2\text{C}^2/\text{C}^2 \text{ m}^2$$

$$F = 11,52 \times 10^{-25} \text{ N}$$

Jadi besar gaya coulomb yang dialami muatan positif q dan $2q$ yang terpisah pada jarak 2 cm adalah $11,52 \times 10^{-25} \text{ N}$

2. Jika besar gaya coulomb antara dua muatan identik A dan B adalah 1,6 N, serta kedua muatan tersebut terpisah pada jarak 3 cm, berapakah besar masing-masing muatan A dan B?

Diketahui:

Gaya coulomb kedua muatan = 1,6 N

Jarak kedua muatan = 3 cm = 0,03 m

Ditanya: besar masing-masing muatan A dan B

Jawab:

Muatan A dan B identik, sehingga $q_A = q_B = q_C$

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

$$1,6 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \times \frac{q^2}{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$q^2 = \frac{1,6 \times 9 \times 10^{-4}}{9 \times 10^9}$$

$$q = \sqrt{1,6 \times 10^{-13}} = \sqrt{16 \times 10^{-14}}$$

$$q = 4 \times 10^{-7} \text{ C} = 0,4 \mu\text{C}$$

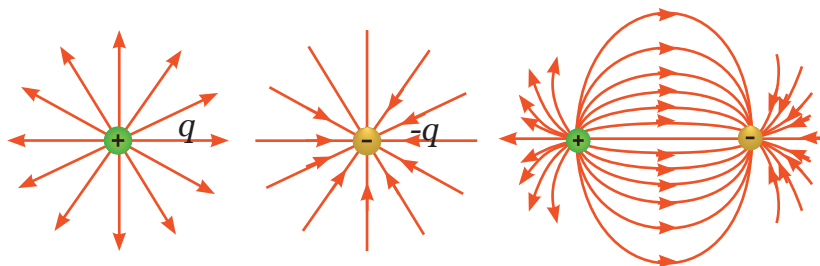
Jadi besar masing-masing muatan identik A dan B adalah $0,4 \mu\text{C}$

3. Medan Listrik

Tahukah kamu mengapa benda-benda yang berada di permukaan bumi selalu ditarik menuju pusat bumi? Seluruh benda yang ada di permukaan bumi atau sekitarnya akan ditarik menuju pusat bumi

karena memiliki massa yang jauh lebih kecil dari pada massa bumi. Hal serupa ternyata juga terjadi pada muatan-muatan listrik. Muatan-muatan listrik memiliki medan listrik sehingga dapat mempengaruhi muatan lain yang berada tidak jauh darinya. **Medan listrik** dapat didefinisikan sebagai daerah di sekitar muatan yang masih kuat menimbulkan gaya listrik terhadap muatan lain.

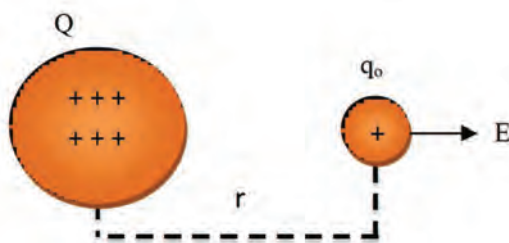
Medan listrik digambarkan oleh serangkaian garis gaya listrik yang arahnya keluar atau masuk ke dalam muatan. Arah garis gaya listrik ke dalam digunakan untuk menunjukkan muatan negatif dan arah garis medan listrik ke luar digunakan untuk menunjukkan muatan positif.



Sumber: Serway, 2004.

Gambar 5.6 Garis Medan Listrik Dua Muatan

Selain melalui gambar, medan listrik suatu muatan dapat ditentukan besarnya dengan cara menghitung. Bagaimana cara menghitung besar kuat medan listrik? Agar dapat memahami cara menghitung besarnya medan listrik (E) perhatikan Gambar 5.7 dan penjelasan berikut.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.7 Muatan Q didekati Muatan Tes q_0

Agar mengetahui besar kuat medan listrik muatan Q , sebuah muatan uji positif (q_0) yang muatannya jauh lebih kecil diletakkan di dekat muatan tersebut dengan jarak r . Berdasarkan hukum Coulomb, muatan q_0 tersebut akan mendapatkan gaya tolak dari muatan Q sebesar,

$$F = k \cdot \frac{Q \cdot q_0}{r^2}$$

karena kuat medan listrik (E) didefinisikan sebagai besarnya gaya listrik (F) yang bekerja pada satu satuan muatan uji (q_0), maka besarnya kuat medan listrik yang dialami oleh muatan uji tersebut:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

$$E = \frac{k \cdot \frac{Q \cdot q_0}{r^2}}{q_0}$$

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa besar kuat medan listrik pada suatu titik yang berjarak r dari muatan Q adalah:

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

Keterangan,

E = medan listrik (N/C)

F = gaya coulomb (newton)

q = besar muatan listrik (coulomb)

Coba pikirkan, untuk mengetahui besar medan listrik suatu muatan, mengapa muatan uji yang digunakan harus jauh lebih kecil?



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal

1. Gaya Coulomb yang dialami kedua muatan A dan B adalah sebesar 4×10^{-4} N. Jika besar muatan A sebesar 4×10^{-6} C dan muatan uji B sebesar 4×10^{-12} C, berapakah besar kuat medan listrik yang dirasakan muatan uji B oleh muatan A tersebut?

Diketahui:

Besar gaya Coulomb = 4×10^{-4} N

Besar muatan A = 4×10^{-6} C

Besar muatan B = 4×10^{-12} C

Ditanyakan: besar kuat medan listrik yang dirasakan muatan uji B oleh muatan A (E_A)

Jawab:

$$E = \frac{F}{q_B} = \frac{4 \times 10^{-4} \text{ N}}{4 \times 10^{-12} \text{ C}} = 10^8 \text{ N/C}$$

Jadi, besar kuat medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan A adalah 10^8 N/C .

2. Medan listrik yang dirasakan oleh muatan uji A terhadap muatan B sebesar 80 N/C . Jika jarak kedua muatan tersebut adalah 3 cm, berapakah besar muatan B?

Diketahui:

Medan listrik = 80 N/C

Jarak kedua muatan = $3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$

Ditanyakan: besar muatan B

Jawab:

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$$

$$80 = 9 \times 10^9 \cdot \frac{Q}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$Q = 80 \cdot \frac{9 \times 10^4}{9 \times 10^9}$$

$$Q = 8 \times 10^{-12} \text{ C}$$

Jadi besar muatan B adalah $Q = 8 \times 10^{-12} \text{ C}$



Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Medan Listrik

1. Gaya Coulomb yang dialami kedua muatan A dan B adalah sebesar $3 \times 10^{-4} \text{ N}$. Jika besar muatan A dan B masing-masing sebesar $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ dan $1,5 \times 10^{-6} \text{ C}$, berapakah besar kuat medan listrik yang dirasakan muatan A oleh muatan B?
2. Pada percobaan dua buah balon bermuatan yang didekatkan, gaya tolak menolak kedua balon akan semakin besar jika posisi kedua balon tersebut semakin didekatkan. Dapatkah kamu menunjukkan sketsa (gambar) peristiwanya?

4. Beda Potensial dan Energi listrik

Tahukah kamu, mengapa petir berbahaya? Apa sebenarnya petir itu? Orang yang pertama kali menyatakan bahwa petir terjadi akibat adanya gejala listrik statis adalah Benjamin Franklin (1706 – 1790). Menurutnya, **petir** adalah kilatan cahaya yang muncul akibat perpindahan muatan negatif (elektron) antara awan dan awan, atau antara awan dan bumi. Petir dapat terjadi karena adanya perbedaan potensial yang sangat besar antara dua awan yang berbeda, atau antara awan dengan bumi, sehingga akan terjadi lompatan muatan listrik, atau perpindahan elektron secara besar-besaran dari awan ke bumi, atau dari awan ke awan lainnya.



(a)



(b)

Sumber: (a) freedigitalpothos.net (b) hdw.datawallpaper.com

Gambar 5.8 (a) Benjamin Franklin , (b) Sambaran Petir pada Malam Hari

Perpindahan muatan listrik (elektron) tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan potensial listrik (beda potensial listrik). Besarnya beda potensial listrik dapat dihitung dengan membandingkan besar energi listrik yang diperlukan untuk memindahkan sejumlah muatan listrik. Secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan:

ΔV = beda potensial listrik (volt)

W = energi listrik (joule)

Q = muatan listrik (coulomb)

Agar lebih memahami konsep beda potensial, lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Diskusikan

1. Jika ada dua benda bermuatan listrik seperti 4 gambar berikut, maka benda manakah yang memiliki beda potensial yang lebih besar?

a.



A



B

c.



A



B

b.



A



B

d.



A



B

2. Jika selisih potensial antara benda A dan B cukup besar, maka akan terjadi loncatan muatan listrik (elektron). Dari benda mana ke benda manakah loncatan elektron tersebut mengalir?
3. Apa yang terjadi apabila benda A dan B memiliki elektron yang sama? Apakah ada perpindahan elektron?



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal

1. Berapakah beda potensial kutub-kutub baterai sebuah rangkaian jika baterai tersebut membutuhkan energi sebesar 60 J untuk memindahkan muatan sebesar 20 C?

Diketahui:

$$W = 60 \text{ J}$$

$$Q = 20 \text{ C}$$

Ditanya: beda potensial

Jawab:

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{60}{20} = 3V$$

Jadi, beda potensial kutub-kutub baterai rangkaian tersebut adalah 3 V.

2. Sebuah baterai yang memiliki beda potensial sebesar 1,5 V. Berapakah besar energi yang diperlukan baterai jika memindahkan muatan sebanyak 40 C?

Diketahui:

Beda potensial = 1,5 V

Besar muatan = 40 C

Ditanya: Besar energi untuk memindahkan muatan

Jawab:

$$w = V \cdot Q = 1,5 \times 40 = 60 \text{ J}$$

Jadi, besar energi untuk memindahkan muatan tersebut sebesar 60 J.



Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Potensial Listrik

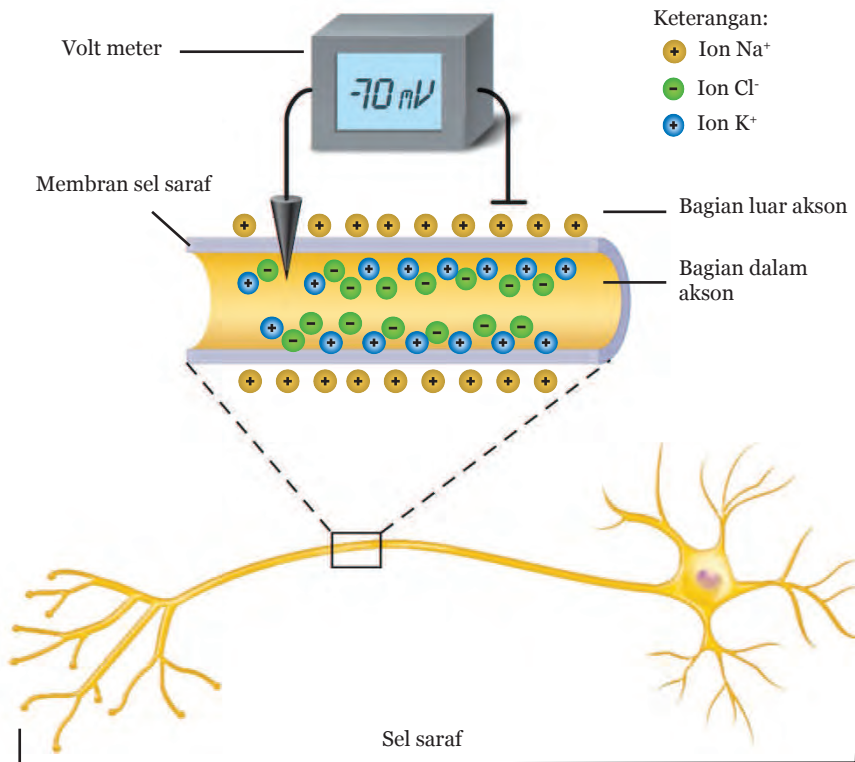
1. Beda potensial antara dua titik pada kawat penghantar adalah 9V. Berapakah energi listrik yang digunakan untuk memindahkan muatan sebesar 30 C diantara dua titik tersebut?
2. Jumlah muatan yang dipindahkan pada sebuah rangkain listrik adalah 15 C. Jika energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan tersebut dari ujung-ujung rangkaian listrik adalah 45 J, berapakah beda potensial antara ujung-ujung rangkaian tersebut?

5. Kelistrikan pada Sel Saraf

Selain pada kabel, ternyata tubuh kita juga dialiri oleh arus listrik, khususnya pada syaraf yaitu dengan adanya impuls listrik. Bidang yang khusus mempelajari tentang aliran impuls listrik pada tubuh manusia

disebut **biolistrik**. Tegangan pada tubuh berbeda dengan yang kita bayangkan seperti listrik rumah tangga. Kelistrikan pada tubuh hanya berkaitan dengan komposisi ion yang terdapat dalam tubuh, bukan listrik yang mengalir seperti pada kabel listrik di rumah-rumah.

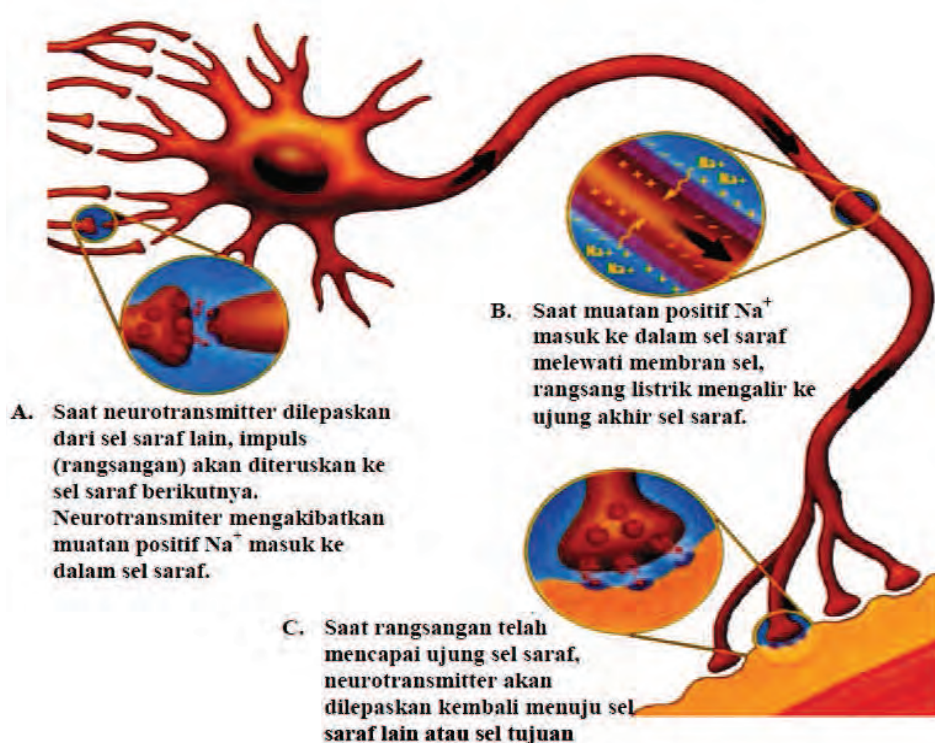
Tahukah kamu, bagaimana cara sel saraf menghantarkan impuls listrik? Bagaimana keadaan sel saraf saat tidak menghantarkan listrik? Muatan yang ada di luar dan di dalam sel saraf tidak dapat saling tarik menarik dengan sendirinya karena ada pemisah berupa membran sel saraf (perhatikan Gambar 5.9). Tarik menarik antar muatan akan terjadi jika ada rangsangan dari neurotransmitter. Masih ingatkah kamu apa itu neurotransmitter? Coba buka kembali Bab 4 tentang Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup untuk mengingat kembali.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.9. Ilustrasi Muatan Listrik pada Sel Saraf Tidak Bermyelin

Saat sel saraf tidak menghantarkan impuls, muatan positif Na^+ melingkupi bagian luar membran sel. Pada kondisi demikian, membran sel saraf bagian luar bermuatan listrik positif dan membran sel bagian dalam bermuatan listrik negatif (Cl^-). Lebih jelasnya, perhatikan Gambar 5.10.



Sumber: Biggs, 2008: 638.

Gambar 5.10 Impuls Listrik pada Saraf Manusia

Setiap manusia memiliki sistem saraf yang dapat mengontrol gerak otot. Sistem saraf terdiri atas sel-sel saraf berfungsi untuk menerima, mengolah, dan mengirim rangsangan yang diterima panca indera. Rangsangan ini disebut **impuls**. Setiap sel saraf terdiri atas 3 bagian, yaitu badan sel saraf, dendrit, dan akson atau neurit. Selain ketiga bagian tersebut, pada sel saraf juga terdapat bagian tambahan berupa selubung myelin. Myelin sebetulnya bukan bagian sel saraf, tetapi terdiri dari sel pembentuk myelin yang berfungsi menyelubungi akson. Berdasarkan keberadaan myelin, terdapat dua macam neuron, yaitu neuron yang berselubung myelin dan neuron yang tidak berselubung myelin. Agar dapat mengetahui sel saraf lebih lanjut mari lakukan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Lakukan

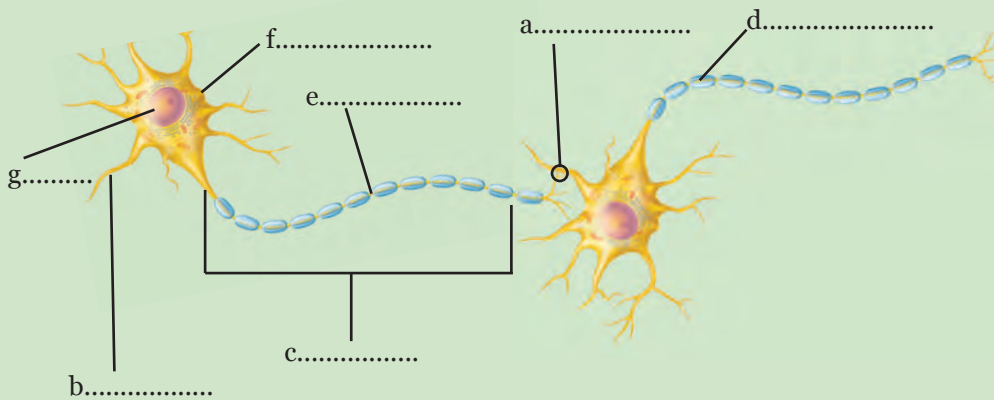
Aktivitas 5.3 Identifikasi Bagian Sel Saraf

Bacalah dengan teliti Tabel 5.3 Bagian Sel Saraf, kemudian tunjukkan bagian-bagian sel saraf pada Gambar 5.11.

Tabel 5.3 Bagian Sel Saraf

No.	Bagian sel saraf	Deskripsi	Fungsi
1	Dendrit	Penonjolan badan sel yang bercabang-cabang dan berbentuk seperti cabang pohon	Menerima impuls dari sel lain dan meneruskannya ke badan sel
2	Badan sel	Di dalamnya terdapat inti sel yang dikelilingi oleh sitoplasma. Sitoplasma mengandung organela sel seperti mitokondria, ribosom, badan golgi dan retikulum endoplasma khusus milik sel saraf yang disebut badan nissl.	Meneruskan impuls dari dendrit ke akson
3	Akson/ Neurit	Penonjolan badan sel berbentuk panjang dan silindris. Setiap satu sel saraf hanya memiliki satu akson. Ujung akhir akson disebut dengan terminal akson. Terminal ini memiliki beberapa percabangan dan berbonggol. Pada bonggol inilah akan dilepaskan neurotransmitter dan disebut sebagai bonggol sinaptik.	Meneruskan impuls dari badan sel saraf ke sel saraf lain atau ke sel otot atau ke sel kelenjar. Pada bonggol sinaptik terjadi proses sinapsis, yaitu komunikasi antara sel saraf satu dengan yang lain atau sel saraf dengan sel otot dan sel kelenjar menggunakan neurotransmitter.

No.	Bagian sel saraf	Deskripsi	Fungsi
4	Myelin	Selubung lemak berlapis-lapis, dihasilkan oleh sel Schwann. Lapisan lemak myelin sulit ditembus oleh ion-ion yang keluar dan masuk membran sel saraf pada bagian akson.	Mempercepat impuls saraf dengan membantu terjadinya loncatan muatan
5	Nodus ranvier	Daerah akson terbuka yang tidak diselubungi myelin	Tempat terjadinya tarik-menarik muatan listrik di membran sel saraf.



Sumber: Campbell dkk., 2008.
Gambar 5.11. Neuron Bermyelin

6. Hantaran Listrik

Sering kita mendengar bahwa listrik dapat mengalir pada kabel. Apa yang mengalir dan bahan apa yang dapat mengalirkan listrik? Pernyataan bahwa listrik mengalir sebenarnya berkaitan dengan muatan yang berpindah, sebab perpindahan elektron pada bahan akan menghasilkan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arah perpindahan elektron tersebut. Bahan-bahan apakah yang dapat menghantarkan listrik dengan baik dan yang tidak dapat menghantarkan listrik? Agar mengetahui jawabannya, “Ayo, Kita Lakukan” kegiatan berikut.



Ayo, Kita Lakukan

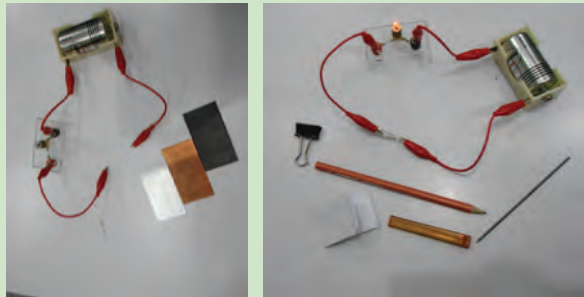
Aktivitas 5.4 Mengidentifikasi Jenis Bahan Isolator dan Konduktor

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 buah baterai,
2. 3 buah kabel,
3. 1 bola lampu kecil,
4. 5 buah karet,
5. 1 buah kunci,
6. 1 buah pensil,
7. 30 cm kawat besi,
8. 30 cm kawat timah,
9. penghapus, dan
10. Aluminium foil.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah alat dan bahan seperti Gambar 5.12.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.12 Rangkaian Listrik Percobaan Konduktor dan Isolator

2. Sambungkan bahan yang digunakan dengan menggunakan kabel yang dilengkapi penjepit buaya.
3. Amati nyala lampu yang terjadi. Catat hasil pengamatanmu dalam bentuk tabel.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apakah semua bahan dapat menghantarkan arus listrik?
2. Kelompokkan mana bahan yang termasuk konduktor dan isolator listrik!

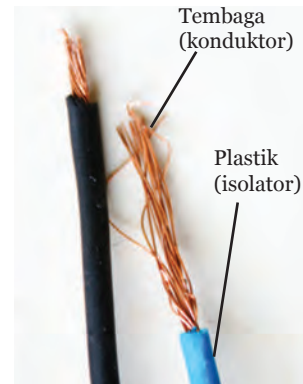
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Sering kita melihat orang menggunakan kabel untuk menghantarkan listrik dari suatu ujung kabel ke ujung lainnya. Mengapa menggunakan kabel? Kabel biasanya terdiri dari bahan tembaga atau perak di bagian dalamnya dan dilapisi bahan plastik atau karet di bagian luarnya. Mengapa demikian? Hal ini berkaitan dengan kemampuan bahan untuk menghantarkan listrik. Setiap bahan memiliki daya hantar listrik yang berbeda-beda. Tembaga dan perak merupakan bahan yang paling baik untuk menghantarkan listrik, sedangkan plastik dan karet merupakan bahan yang tidak dapat menghantarkan listrik. Apakah kamu sudah memahami mengapa logam perak atau tembaga pada kabel dilapisi plastik atau karet? Jika masih belum mengerti, pelajari materi berikut dengan teliti dan penuh semangat.

a. Konduktor listrik

Mengapa kabel digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sumber listrik ke peralatan elektronik? Agar arus listrik dapat disalurkan dengan baik, maka dibutuhkan bahan yang mampu menghantarkan arus listrik dengan baik pula. Pada bahan ini, elektron dapat mengalir dengan mudah. Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk menghantarkan listrik disebut dengan konduktor listrik. Contoh dari konduktor listrik adalah tembaga, perak, dan emas. Meskipun perak dan emas merupakan konduktor yang sangat baik, tetapi karena harganya yang sangat mahal, kabel rumah tangga biasanya menggunakan bahan dari tembaga.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.13 Kabel Listrik dari Tembaga dengan Pelapis Plastik

b. Isolator listrik

Mengapa kabel listrik perlu dilapisi dengan plastik atau karet? Pemberian plastik atau karet sebagai pelapis kabel bertujuan agar kabel lebih aman digunakan. Sifat plastik dan karet yang sangat buruk dalam menghantarkan arus listrik membuat kedua bahan tersebut masuk ke dalam kelompok bahan isolator. Bahan isolator adalah bahan yang sangat buruk untuk menghantarkan listrik karena di dalam bahan ini elektron sulit mengalir.

c. Semikonduktor listrik

Bahan-bahan yang berada pada suhu rendah bersifat sebagai isolator, sementara pada suhu tinggi bersifat sebagai konduktor disebut bahan semikonduktor listrik. Contoh bahan semikonduktor listrik adalah karbon, silikon, dan germanium. Pada bidang elektronika, karbon biasa digunakan untuk membuat transistor yang kemudian dirangkai menjadi IC seperti pada Gambar 5.14.



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.14 Beberapa Jenis Semikonduktor: Resistor, Diode, Transistor, dan IC



Tahukah Kamu?



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.15 Penangkal Petir

Petir dapat menimbulkan korban karena membawa energi yang sangat besar. Petir cenderung akan menyambar benda-benda yang tinggi seperti pohon, tiang bendera, dan bangunan-bangunan yang tinggi. Oleh sebab itu, pada konstruksi bangunan-bangunan tersebut selalu diberi penangkal petir yang dipasang di atap. Tahukah kamu bagaimana

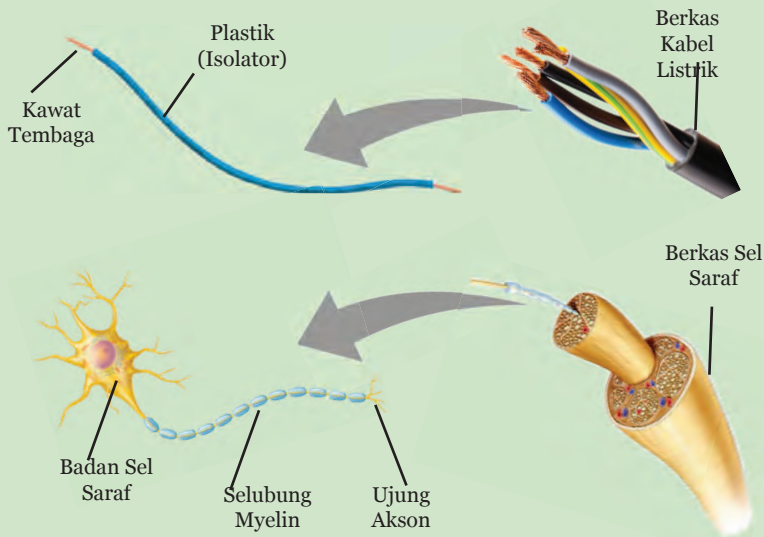
sistem kerja penangkal petir?

Penangkal petir dibuat runcing dari bahan konduktor (logam) dipasang di atas sebuah bangunan atau gedung yang dihubungkan dengan kabel sampai ke tanah, kemudian kabel tersebut ditanam di dalam tanah dengan tujuan agar arus petir yang sangat besar dapat segera dinetralkan ke dalam tanah (*grounding*). Masih ingatkah kamu bagaimana sifat konduktor? Jika masih ingat, coba jelaskan alasan penggunaan bahan konduktor untuk membuat penangkal petir!



Ayo, Kita Pahami

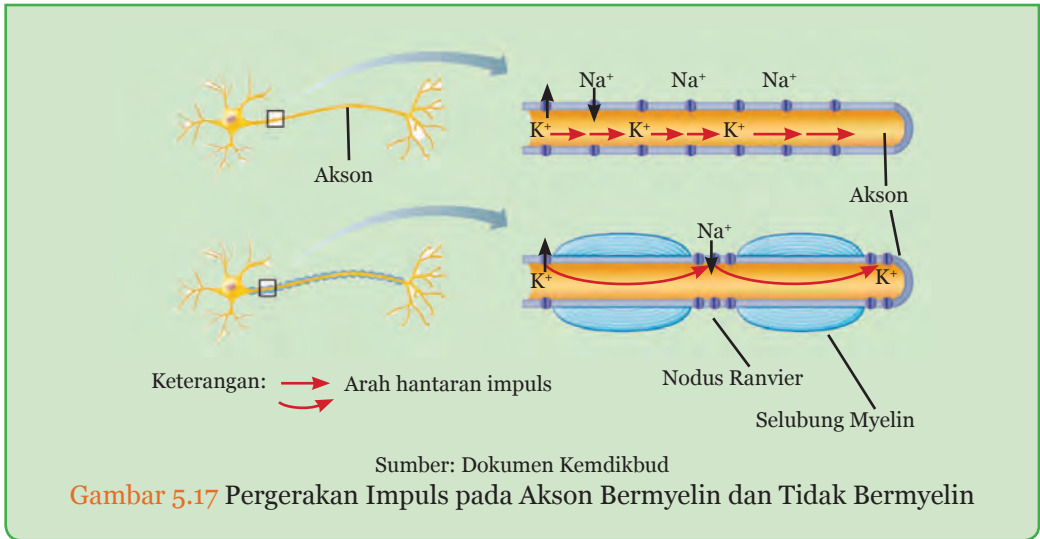
Sel saraf sering diibaratkan seperti kabel listrik karena memiliki bentuk dan mekanisme kerja yang hampir sama. Coba perhatikan Gambar 5.16. Setiap sel saraf hanya memiliki satu akson yang mendukung terjadinya perambatan atau hantaran arus listrik. Selain akson, penghantar listrik lain di dalam tubuh makhluk hidup selain akson adalah cairan tubuh. Cairan tubuh dapat berupa darah, cairan jaringan dan sitosol dalam sitoplasma sel. Pada sel saraf juga terdapat isolator listrik, yaitu selubung myelin pada akson.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

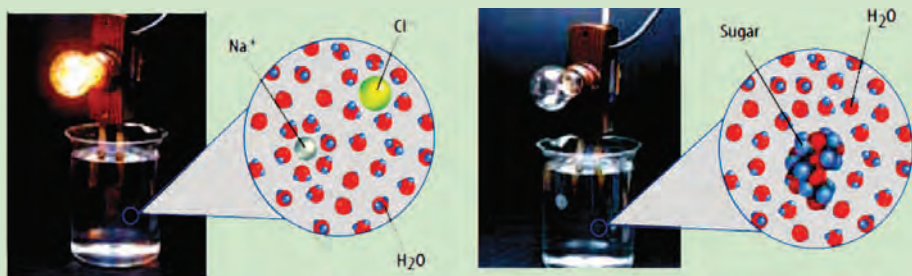
Gambar 5.16 Berkas Sel Saraf dan Kabel Listrik

Pada akson tidak berselubung myelin, sehingga hantaran arus listrik dapat terjadi sepanjang akson. Pada akson berselubung myelin, beda potensial terjadi di daerah akson yang tidak diselubungi myelin atau di daerah yang disebut **nodus ranvier**. Tarik menarik muatan listrik terjadi di nodus ranvier satu dan seterusnya. Dengan demikian, selain myelin berfungsi sebagai pelindung akson juga dapat mempercepat terjadinya loncatan muatan listrik pada saraf.



Tahukah Kamu?

Tidak hanya benda padat seperti tembaga dan perak, zat cair pun ada yang dapat menghantarkan arus listrik dan ada juga yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, contohnya larutan garam dan larutan gula. Larutan garam merupakan salah satu jenis elektrolit karena dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan gula disebut sebagai non elektrolit karena tidak dapat menghantarkan arus listrik.



Sumber: Biggs, 2008: 642.
Gambar 5.18 Larutan Garam dan Larutan Gula

Cobalah lakukan kegiatan menyalakan bola lampu dengan membuat larutan garam dan larutan gula terlebih dahulu. Kamu dapat menggunakan alat dan bahan sederhana seperti kabel yang dilengkapi penjepit buaya dan lampu LED atau amperemeter untuk

mendeteksi ada tidaknya arus listrik yang mengalir. Bandingkan hasilnya antara lampu yang menggunakan larutan garam dan larutan gula. Selanjutnya buatlah laporannya untuk dipajang di majalah dinding di sekolahmu!

Setiap bahan memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik yang berbeda-beda tergantung nilai hambatan jenisnya. Semakin kecil hambatan jenis suatu bahan, maka akan semakin baik kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan listrik. Tabel 5.4 menyajikan beberapa nilai hambatan jenis bahan. *Berdasarkan Tabel 5.4, coba pikirkan bahan apakah yang paling baik digunakan sebagai konduktor listrik atau kabel? Mengapa?*

Tahukah kamu bagaimana cara menghitung besarnya hambatan listrik dalam sel saraf? Agar dapat menghitung besarnya hambatan listrik dalam sel saraf, kita dapat mengibaratkan sel saraf sebagai kabel listrik. Coba pahami materi berikut!

Tabel 5.4 Hambatan Jenis Bahan

Bahan	Hambatan Jenis pada Suhu 20 °C (Ωm)
Konduktor	
Aluminium	$2,82 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,72 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Konstantan	49×10^{-8}
Nikrom	100×10^{-8}
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,65 \times 10^{-8}$
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$3,5 \times 10^{-5}$
Germanium (murni)	5×10^{-4}
Silikon (murni)	$6,4 \times 10^2$
Isolator	
Kaca	$10^{10}-10^{14}$
Kuarsa	$7,5 \times 10^{17}$

Sumber: Serway dkk., 2004



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.5 Percobaan Besar Hambatan Listrik pada Kawat Konduktor

Pada aktifitas ini kamu akan menyelidiki pengaruh panjang, luas penampang, dan hambatan jenis kawat penghantar terhadap besar hambatannya.

Apa yang kamu perlukan?

1. 5 buah kawat penghantar dengan rincian sebagai berikut

No	Jenis Kawat	Panjang Kawat (cm)	Diameter Kawat (mm)
A	Kawat tembaga atau kabel dengan konduktor tembaga	30	0,5
B		30	1
C		40	0,5
D		40	1
E	Kawat nikelin atau kabel dengan konduktor mikron	30	0,5

2. 1 buah ohmmeter (multimeter).

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Hubungkan kawat A dengan multimeter, kemudian ukur hambatan pada rangkaian tersebut dengan menggunakan ohmmeter.
2. Ulangi percobaan di atas untuk mengukur kawat penghantar B, C, D, dan E. Catat hasil pengamatan kalian pada tabel berikut

No	Jenis Kawat	Hambatan Jenis Kawat (Ω m)	Panjang Kawat (m)	Diameter Kawat (mm)	Luas Penampang Kawat (mm^2)	Besar Hambatan yang Terukur oleh Ohmmeter (Ω)
A	Tembaga		0,30	0,5		
B			0,30	1		
C			0,40	0,5		
D			0,40	1		
E	Nikelin		0,30	0,5		

Apa yang kamu diskusikan?

1. Buatlah grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan panjang kawat! Letakkan data panjang kawat pada sumbu x dan data besar hambatan listrik pada sumbu y. (gunakan data A, B, C, dan D)
2. Amati pada grafik, bagaimana hubungan antara besar hambatan listrik dengan panjang kawat!

3. Buatlah grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan luas penampang kawat! Letakkan data luas penampang kawat pada sumbu x dan data besar hambatan listrik pada sumbu y (gunakan data A, B, C, dan D).
4. Amati pada grafik, bagaimana hubungan antara besar hambatan listrik dengan luas penampang kawat!
5. Berdasarkan jawaban nomor 2 dan 4, bagaimanakah hubungan antara panjang, dan luas penampang kawat penghantar dengan besar hambatannya?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan hasil kegiatan dan diskusi, buatlah kesimpulan!

Besar hambatan setiap jenis kawat yang panjangnya satu satuan panjang per satu satuan luas penampang disebut hambatan jenis (ρ). Besar hambatan jenis berbeda-beda untuk setiap jenis kawat (lihat Tabel 5.4). Berdasarkan pengamatan hambatan jenis pada Aktivitas 5.5, maka besar hambatan kawat (R) yang panjangnya (L) dan luas penampangnya (A) adalah:

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

Dengan:

R = hambatan kawat (Ω)

ρ = hambatan jenis kawat (Ωm)

L = panjang kawat (m)

A = luas penampang kawat (m^2)



Ayo, Kita Selesaikan

Coba hitung berapakah besar hambatan listrik sel saraf jika diketahui diameter akson adalah 5×10^{-6} m, hambatan jenis sel saraf $6,37 \times 10^{-9} \Omega\text{m}$, dan panjang sel saraf 20×10^{-6} m? Bandingkan hasil perhitungannya dengan hasil temanmu!

7. Hewan-hewan Penghasil Listrik

Seperti manusia, hewan menghasilkan listrik sebagai impuls rangsang dalam tubuhnya untuk menanggapi rangsangan, bergerak, berburu mangsa, melawan predator, atau bahkan navigasi. Meskipun pada umumnya arus listrik yang dihasilkan sangat lemah, namun ada beberapa hewan yang dianugerahi keistimewaan oleh Tuhan Yang Maha Esa sehingga mampu menghasilkan arus listrik yang sangat kuat. Hewan apa sajakah yang mampu menghasilkan arus listrik yang kuat? Bacalah informasi berikut dengan teliti.

a. Ikan Belalai Gajah

Ikan belalai gajah memiliki mulut yang panjang menyerupai bentuk belalai gajah. Ikan ini dilengkapi dengan organ khusus, yang disusun oleh ribuan sel *electropax*, pada bagian ekor yang mampu menghasilkan listrik statis bertegangan tinggi. Sel *electroplax* merupakan sel yang menghasilkan muatan negatif pada bagian dalam dan muatan positif pada bagian luar saat ikan belalai gajah dalam keadaan beristirahat. Arus listrik akan muncul pada saat otot ikan berkontraksi, pada saat itu pula ikan mampu mendeteksi keberadaan predator dan mangsa.



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.19 Ikan Belalai Gajah

b. Ikan Pari Elektrik

Ikan pari elektrik mampu mengendalikan tegangan listrik yang ada pada tubuhnya. Kedua sisi kepala ikan pari elektrik mampu menghasilkan listrik hingga sebesar 220 volt. Besar tegangan ini sama seperti besar tegangan listrik yang ada di rumah.



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.20 Ikan Pari Elektrik

c. Hiu Kepala Martil

Hiu kepala martil memiliki ratusan ribu elektroreseptor atau sel penerima rangsang listrik. Hiu kepala martil mampu menerima sinyal listrik hingga setengah milyar volt. Hiu kepala martil biasa menggunakan kemampuan mendeteksi sinyal listrik untuk mengetahui letak mangsa di bawah pasir, menghindari keberadaan predator, dan



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.21 Hiu Kepala Martil

untuk mendeteksi arus laut yang bergerak sesuai medan magnet bumi.

d. Echidnas

Echidnas memiliki moncong memanjang yang berfungsi sebagai pengirim sinyal-sinyal listrik untuk menemukan serangga (mangsa). Elektroreseptor Echidnas terus menerus dibasahi agar lebih mudah untuk menghantarkan listrik. Hal inilah yang menyebabkan kebanyakan hewan yang memiliki sistem elektroreseptor berasal dari perairan.



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.22 Echidnas

e. Belut Listrik

Penelitian menunjukkan bahwa belut listrik dapat menghasilkan kejutan tanpa lelah selama satu jam. Besarnya jumlah energi listrik yang dihasilkan tersebut diyakini dapat membunuh manusia dewasa.



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.23 Belut Listrik

f. Lele Elektrik

Lele air tawar yang berasal dari perairan tropis di Afrika ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan listrik hingga sebesar 350 volt. Besarnya energi yang dihasilkan lele elektrik sama seperti energi listrik yang diperlukan untuk menyalakan komputer selama 45 menit.



Sumber: apakabardunia.com

Gambar 5.24 Lele Elektrik

B. Listrik Dinamis

Ayo, Kita Pelajari



- Arus listrik
- Rangkaian listrik
- Hukum Kirchoff
- Sumber arus listrik
- Sumber-sumber energi listrik



Istilah Penting

- Rangkaian seri
- Rangkaian paralel
- Daya listrik
- Generator
- Dinamo
- Sumber listrik

Mengapa Penting?



Untuk mendeskripsikan karakter rangkaian listrik, transmisi energi listrik, sumber-sumber energi listrik alternatif (termasuk bioenergi), berbagai upaya dalam menghemat.

Jika kita perhatikan lampu atau peralatan elektronik lain yang menggunakan listrik, semua alat tersebut membutuhkan kabel sebagai penghubung aliran arus listrik. Dari manakah aliran arus listrik tersebut berasal? Apakah makhluk hidup dapat menghasilkan arus listrik sehingga dapat digunakan untuk menyalakan lampu?



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5. 25 Lampu

Secara umum, aliran arus listrik bersumber dari pembangkit listrik. Pernahkah kamu berpikir bagaimana cara membuat atau menemukan sumber arus listrik? Ternyata, selain dihasilkan oleh pembangkit listrik seperti generator, arus listrik juga dapat dihasilkan oleh baterai, aki (accu), dan buah-buahan terutama buah-buahan yang mengandung asam, misalnya jeruk. Mengapa jeruk dapat menjadi sumber arus listrik? Bagaimana dengan buah-buahan atau tumbuhan lainnya? Agar mengetahui jawabannya, pelajari materi berikut dengan penuh semangat.

1. Arus Listrik

Perhatikan lampu listrik di rumahmu atau di ruang kelasmu. Ketika kamu menyalakan lampu tentunya kamu akan menekan sakelar

yang terpasang di dinding. Jika satu sakelar ditekan maka lampu akan menyala tetapi mungkin lampu di ruangan lain tidak ikut menyala, atau ketika kamu menekan sakelar ternyata semua lampu di beberapa ruangan akan menyala bersamaan. Mengapa dapat terjadi demikian? Pernahkah kamu memikirkannya? Jika kamu pernah memikirkan dan mencoba mencari alasannya maka kamu termasuk siswa yang kritis. Sekarang, lakukan kegiatan berikut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tadi.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.6 Menyalakan Lampu dengan Baterai

Apa yang kamu perlukan?

1. Kabel (minimal 2 buah),
2. 1 buah baterai, dan
3. 1 buah bola lampu.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah rangkaian untuk menyalakan lampu.
2. Gambarkan diagram yang dapat menyalakan lampu dan diagram yang tidak dapat menyalakan lampu.

Berhati-hatilah saat membuat rangkaian karena baterai akan menimbulkan efek panas saat dihubungkan dengan menggunakan kabel.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimanakah caramu untuk mengetahui adanya arus listrik yang mengalir dalam kabel?
2. Rangkaian listrik yang bagaimanakah yang dapat menyalakan lampu? Rangkaian listrik yang bagaimanakah yang tidak dapat menyalakan lampu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?



Ayo, Kita Lakukan

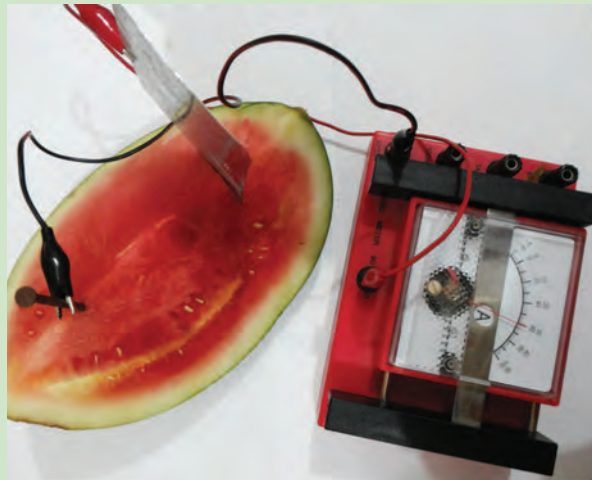
Aktivitas 5.7 Baterai Buah

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 lempeng seng,
2. 1 lempeng besi/paku besi,
3. 1 penjepit buaya warna hitam dan 1 warna merah,
4. 1 gunting,
5. 1 pisau,
6. 1 LED 3 mA,
7. 1 amperemeter,
8. 1 sakelar,
9. 1 buah semangka, dan
10. 1 buah jeruk.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Tancapkan lempeng seng dan paku besi pada semangka. Lihat Gambar 5.24. Perhatikan sambungan kutub positif dengan kutub negatif baterai pada amperemeter agar arus yang terukur tidak bernilai negatif.
2. Hubungkan lempeng, lampu, sakelar, dan amperemeter dengan menggunakan kabel penjepit buaya.
3. Aturlah amperemeter dengan batas ukur arus paling kecil, kemudian nyalakan sakelar (on).
4. Bacalah kuat arus yang ditimbulkan oleh buah dan amati nyala lampu.
5. Ulangi langkah 1-4 dengan menggunakan buah lainnya dengan menggunakan variasi jumlah sebanyak 3, 4, 5, 6, dst, disusun secara seri maupun paralel. Lakukan kegiatan ini secara bertahap sampai lampu menyala.
6. Catat hasil pengamatanmu dalam bentuk tabel.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.26 Rangkaian Percobaan Baterai Buah

Apa yang kamu diskusikan?

1. Bandingkan hasil pengamatan besarnya kuat arus dengan jumlah buah yang digunakan. Bagaimanakah hubungan besarnya kuat arus dengan jumlah buah?
2. Bandingkan hasil pengamatan nyala lampu dengan jumlah buah yang digunakan. Bagaimanakah hubungan nyala lampu dengan jumlah buah?
3. Mengapa buah dapat digunakan untuk menyalakan lampu?
4. Apa fungsi pemberian lempeng seng dan paku besi pada percobaan baterai buah ini?

Apa yang kamu simpulkan?

Berdasarkan hasil percobaanmu, buatlah kesimpulan!

Catatan: untuk kegiatan ini kamu cobalah gunakan buah-buahan yang ada di sekitarmu dan bandingkan hasilnya.



Kegiatan yang kamu lakukan pada Ayo Lakukan Aktivitas 5.6 dan 5.7 merupakan kegiatan membuat rangkaian sederhana. Buah dapat berperan sebagai baterai karena adanya penggunaan lempeng seng dan lempeng besi yang berfungsi untuk menimbulkan beda potensial dalam buah. Lempeng seng berfungsi sebagai kutub negatif dan lempeng besi berfungsi sebagai kutub positif. Adanya beda potensial dalam buah inilah yang kemudian mendorong elektron-elektron untuk bergerak hingga memicu aliran listrik dalam rangkaian.



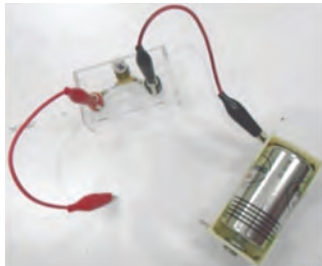
Jika kamu perhatikan sambungan dari baterai, lampu dan kabel, atau sambungan dari semangka atau jeruk, lampu, dan kabel, ternyata sambungan tersebut terhubung satu sama lain sehingga rangkaian tersebut merupakan rangkaian tertutup. Dengan demikian, sebuah rangkaian listrik yang tertutup akan menghasilkan nyala lampu. Bagaimana jika rangkaian tidak terhubung satu sama lain? Disebut apakah rangkaian tersebut? Coba lakukan dan pikirkan kegiatan berikut.



Ayo, Kita Selesaikan

Manakah pada gambar berikut ini yang merupakan jenis rangkaian listrik tertutup dan jenis rangkaian listrik terbuka? Jelaskan dan berikan alasanmu.

No.	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/ Alasan
1			
2			

No.	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/ Alasan
3			
4			
5			

Apa yang perlu kamu diskusikan?

Jelaskan apa perbedaan dari rangkaian listrik tertutup dan terbuka?

Ketika kamu menghubungkan lampu dan sumber listrik dengan menggunakan kabel artinya kamu telah membuat sebuah rangkaian listrik. Pada rangkaian listrik tertutup (skalar tertutup atau posisi *on*), arus listrik akan mengalir dan lampu menyala. Bagaimanakah arah arus listrik tersebut? Berapakah besar arus listrik yang mengalir? Agar

memahami arah aliran arus listrik dan mengetahui besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian, baca penjelasan berikut dengan seksama.

Arus listrik mengalir karena pada ujung-ujung rangkaian ada perbedaan potensial listrik yang diberikan oleh baterai sebagai sumber tegangan seperti yang telah dijelaskan pada percobaan baterai buah. Ujung kawat penghantar yang memiliki banyak elektron (terhubung dengan kutub negatif baterai) dapat dikatakan memiliki potensial listrik yang rendah, sedangkan ujung kawat penghantar lainnya yang memiliki sedikit elektron (terhubung dengan kutub positif baterai) dapat dikatakan memiliki potensial listrik yang tinggi. Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, sedangkan arah aliran elektron adalah sebaliknya yaitu dari potensial rendah ke potensial tinggi atau dengan kata lain dari kutub negatif ke kutub positif.

Pada rangkaian listrik tertutup, besar arus listrik yang mengalir pada rangkaian dapat ditentukan dengan menghitung besar muatan listrik yang mengalir pada rangkaian setiap detiknya. Hal ini dikarenakan besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian tertutup sebanding dengan besarnya muatan listrik yang mengalir pada setiap detik, atau secara matematis besar arus listrik ditulis sebagai berikut.

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

Keterangan:

I = arus listrik (ampere)

q = muatan listrik (coulomb)

t = waktu (detik)

Pada rangkaian listrik tertutup, pembawa muatan listrik adalah elektron sehingga besarnya muatan ditentukan oleh jumlah elektron, yaitu;

$$q = N \cdot e \text{ sehingga } I = \frac{N \cdot e}{t}$$

Keterangan:

I = Arus listrik (ampere)

N = jumlah muatan listrik

e = muatan elektron (coulomb)

t = waktu (detik)



Ayo, Kita Pahami

Contoh Soal

Arus listrik sebesar 5 mA mengalir pada sel saraf selama 0,1 detik. Berapakah besar muatan dan jumlah elektron yang berpindah pada sel saraf tersebut?

Diketahui:

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

$$t = 0,1 \text{ s}$$

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Ditanyakan: besar muatan dan jumlah elektron yang berpindah pada sel saraf

Jawab:

Besar muatan listrik,

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

$$q = I \times t = 0,005 \times 0,1 = 5 \times 10^{-4} \text{ C}$$

Banyaknya elektron yang mengalir pada sel saraf,

$$I = \frac{N \cdot e}{t}$$

$$N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{5 \times 10^{-4}}{1,6 \times 10^{-19}} = 3,125 \times 10^{15} \text{ elektron}$$

2. Rangkaian Listrik

Tahukah kamu mengapa ada sebuah sakelar yang dapat digunakan untuk menyalakan beberapa lampu sekaligus, tetapi ada juga sebuah sakelar yang hanya dapat digunakan untuk menyalakan sebuah lampu saja? Apa yang menyebabkan hal ini terjadi? Menyala atau tidak menyala lampu listrik terkait dengan rangkaian listrik. Agar dapat menjawab permasalahan tersebut, lakukan kegiatan berikut dengan hati-hati.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.8 Rangkaian Lampu secara Seri dan Paralel

Apa yang kamu perlukan?

1. 6 kabel dengan penjepit buaya,
2. 1 baterai, dan
3. 2 lampu bohlam.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah rangkaian listrik dengan susunan satu baterai sehingga dua lampu menyala terang. Gambarkan rangkaian yang kamu peroleh! Jika salah satu lampu dilepas, bagaimana dengan keadaan lampu yang lain? Disebut apakah rangkaian yang kamu peroleh tersebut?
2. Buatlah rangkaian listrik dengan susunan satu baterai sehingga dua lampu menyala redup. Gambarkan rangkaian yang kamu peroleh! Jika salah satu lampu dilepas, bagaimana dengan keadaan lampu yang lain? Disebut apakah rangkaian yang kamu peroleh tersebut?
3. Jika rangkaian lampu secara seri dan paralel digabung menjadi satu rangkaian, apa yang terjadi? Jelaskan!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Apa yang dapat kamu simpulkan dari percobaan ini?



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.9 Rangkaian Baterai secara Seri dan Paralel

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 lampu bohlam 12 watt,
2. 6 kabel dengan penjepit buaya, dan
3. 3 baterai dan dudukkannya.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Buatlah rangkaian listrik dengan susunan satu baterai sehingga lampu menyala! Gambarkan rangkaian yang kamu peroleh!
2. Buatlah rangkaian listrik dengan susunan dua baterai sehingga lampu menyala! Lakukan susunan baterai dengan berbagai cara dan perhatikan nyala lampu. Gambarkan rangkaian yang kamu peroleh!
3. Buatlah rangkaian listrik dengan susunan tiga baterai sehingga lampu menyala. Lakukan susunan baterai dengan berbagai cara dan perhatikan nyala lampu. Gambarkan rangkaian yang kamu peroleh!

Apa yang harus kamu diskusikan?

1. Bandingkan hasil pengamatan pada langkah 1, 2, dan 3! Bagaimanakan susunan baterai yang digunakan dan nyala lampu yang terjadi!
2. Jika dibandingkan dengan Aktivitas 5.8 pada rangkaian lampu, disebut apakah rangkaian baterai yang kamu temukan?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Buatlah kesimpulan tentang susunan baterai yang kamu temukan!

Berdasarkan Aktivitas 5.8 dan 5.9, apa yang kamu simpulkan tentang rangkaian seri dan paralel? Jika dilihat dari gambar rangkaiannya, seharusnya kamu sudah dapat menentukan mana yang rangkaian seri dan mana yang rangkaian paralel, baik untuk lampu maupun baterai.

Pada rangkaian listrik yang tidak memiliki percabangan kabel, rangkaian tersebut disebut **rangkaian seri**. Ketiadaan percabangan kabel pada rangkaian listrik seri mengakibatkan aliran listrik akan terputus jika salah satu ujung kabel terputus, sehingga arus tidak ada yang mengalir di dalam rangkaian dan seluruh lampu akan mati. Pada rangkaian listrik yang memiliki percabangan kabel, rangkaian tersebut disebut **rangkaian paralel**. Jika salah satu ujung kabel terputus, maka arus listrik akan tetap mengalir pada kabel lainnya yang masih terhubung dan beberapa lampu lainnya akan tetap menyala.

Sekarang, perhatikan lampu-lampu yang dipasang di rumahmu. Dapatkah kamu menentukan rangkaian apakah yang digunakan? Sekarang kamu sudah dapat menjelaskan mengapa jika kita menekan satu sakelar di salah satu kamar, maka lampu-lampu yang ada di kamar lainnya tidak ikut terpengaruh.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.10 Mengetahui Hubungan antara Kuat Arus, Hambatan, dan Tegangan Listrik pada Suatu Rangkaian Listrik (Hukum Ohm)

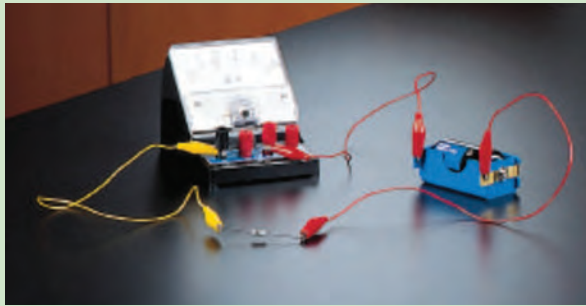
Apa yang kamu perlukan?

1. 4 buah baterai besar dengan masing-masing tegangan 1,5 volt dan dudukan baterai,
2. 4 buah resistor dengan masing-masing besar hambatan 10 k Ω , 20 k Ω , 30 k Ω , dan 40 k Ω ,
3. 1 buah amperemeter dengan batas ukur 500 μ A, dan
4. 5 buah penjepit buaya.

Apa yang kamu lakukan?

A. Menyelidiki hubungan besar arus listrik terhadap variasi besar hambatan pada resistor

1. Letakkan sebuah baterai pada dudukan baterai.
2. Buat rangkaian seri untuk baterai, resistor 10 k Ω , dan amperemeter dengan menggunakan penjepit buaya seperti pada gambar di bawah ini.



Sumber: Dokumen Kemdikbud.

Gambar 5.27 Rangkaian Percobaan

3. Catat besar hambatan resistor dan besar kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan melihat hasil pengukuran ampermeter pada Tabel 5.5.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk variasi resistor dengan hambatan $20\text{ k}\Omega$, $30\text{ k}\Omega$, dan $40\text{ k}\Omega$.

Tabel 5.5 Data Pengamatan Besar Hambatan dan Kuat Arus Listrik terhadap Tegangan

Tegangan (V)	Hambatan ($\text{k}\Omega$)	Kuat arus listrik (μA)
1,5		
1,5		
1,5		
1,5		

B. Menyelidiki hubungan besar arus listrik terhadap variasi besar tegangan listrik

1. Susun rangkaian listrik tertutup seperti pada petunjuk kerja A langkah nomor 1 dan 2.
2. Catat besar tegangan baterai dan besar kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan melihat hasil pengukuran ampermeter pada Tabel 5.5.
3. Tambahkan sebuah baterai pada dudukan baterai (2 baterai disusun secara seri), kemudian catat kembali besar tegangan baterai dan besar kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan melihat hasil pengukuran ampermeter pada Tabel 5.5.
4. Tambahkan sebuah baterai pada dudukan baterai (3 baterai disusun secara seri), kemudian catat kembali besar tegangan baterai dan besar kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan melihat hasil pengukuran ampermeter pada Tabel 5.5.
5. Tambahkan sebuah baterai pada dudukan baterai (4 baterai

disusun secara seri), kemudian catat kembali besar tegangan baterai dan besar kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian dengan melihat hasil pengukuran amperemeter pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Pengamatan Tegangan dan Kuat Arus Listrik terhadap Hambatan

Tegangan (V)	Hambatan ($k\Omega$)	Kuat arus listrik (μA)
	10	
	10	
	10	
	10	

Apa yang kamu analisis?

1. Berdasarkan data pada Tabel 5.5, buatlah grafik hubungan antara kuat arus dengan besar hambatan listrik. Besar hambatan listrik pada sumbu x dan besar arus listrik pada sumbu y.
2. Berdasarkan data pada Tabel 5.6, buatlah grafik hubungan antara kuat arus dengan besar tegangan listrik. Besar tegangan listrik pada sumbu x dan besar arus listrik pada sumbu y.
3. Selain besar hambatan, berdasarkan percobaan A faktor apakah yang mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian? Bagaimana caranya agar arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut dapat diperbesar?
4. Selain banyaknya jumlah baterai yang digunakan, berdasarkan percobaan B faktor apakah yang mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian? Bagaimana caranya agar arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut dapat diperbesar?

Apa yang kamu diskusikan?

1. Perhatikan grafik nomor 1 yang telah kalian buat, jelaskan bagaimana hubungan antara besar hambatan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian?
2. Perhatikan grafik nomor 2 yang telah kalian buat, jelaskan bagaimana hubungan antara besar tegangan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian?
3. Besar kuat arus 1 A, adalah kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar yang memiliki hambatan sebesar 1Ω pada saat diberi tegangan sebesar 1 V. Berdasarkan pengertian tersebut, berapakah besar kuat arus (I) pada suatu penghantar yang besar

hambatannya (R) jika diberi tegangan sebesar (V)? Tuliskan bentuk persamaannya! Persamaan itulah yang disebut Hukum Ohm.

4. Coba jelaskan apa yang akan terjadi jika sebuah alat listrik yang mula-mula dipasang pada rangkaian listrik dengan tegangan 220 V, kemudian dipasang pada rangkaian listrik dengan tegangan 110 V?
5. Mengapa lampu dengan tegangan 110 V tidak boleh dipasang pada rangkaian listrik dengan tegangan 220 V?
6. Sebuah rangkaian listrik yang menggunakan baterai sebagai sumber arus dengan besar tegangan 1,5 volt memiliki hambatan sebesar $0,3 \Omega$. Hitunglah berapa besar kuat arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut!

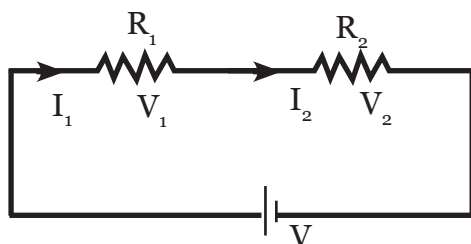
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan analisis dan diskusimu, buatlah kesimpulan tentang hubungan antara kuat arus, hambatan, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik.

Pada suatu rangkaian listrik, hambatan listrik juga dapat dipasang secara seri dan paralel seperti pada lampu dan baterai (Ingat hasil percobaan pada Aktivitas 5.8 dan 5.9). Pola pemasangan hambatan listrik ini ternyata juga mempengaruhi besar arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian listrik. Tahukah kamu mengapa? Perhatikan penjelasan berikut!

a. Rangkaian Hambatan Listrik Seri

Pada rangkaian seri kuat arusnya bernilai sama tetapi tegangannya berbeda-beda, sehingga



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.28a Rangkaian Seri
 Hambatan Listrik

$$\begin{aligned}
 I_1 &= I_2 = \dots = I_n \\
 V_1 &\neq V_2 \neq \dots \neq V_n \\
 V_{\text{total}} &= V_1 + V_2 + \dots + V_n \\
 V_s &= I_s \cdot R_s \\
 &= (I_1 \cdot R_1) + (I_2 \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n)
 \end{aligned}$$

Karena

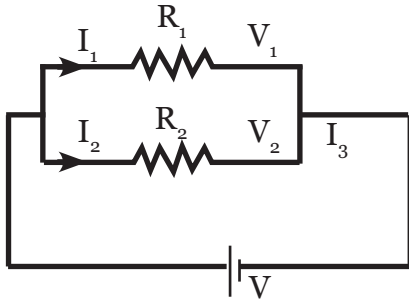
$$I_s = I_1 = I_2$$

Maka, R_s

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

b. Rangkaian Hambatan Listrik Paralel

Pada rangkaian paralel, tegangan listrik bernilai sama tetapi besar kuat arusnya berbeda, sehingga



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.28b Rangkaian Paralel Hambatan Listrik

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 = \dots = V_n \\ I_1 &\neq I_2 \neq \dots \neq I_n \\ I_p &= I_1 + I_2 \end{aligned}$$

$$I_p = \frac{V_p}{R_p} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}$$

Karena $V_p = V_1 = V_2$
maka,

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

Sehingga,

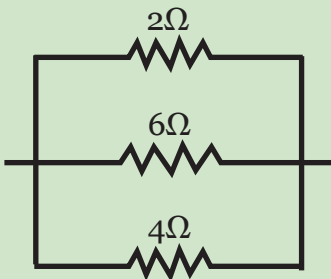
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



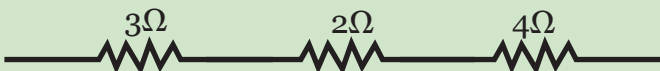
Ayo, Kita Selesaikan

Hitunglah besar hambatan pengganti beberapa rangkaian hambatan berikut!

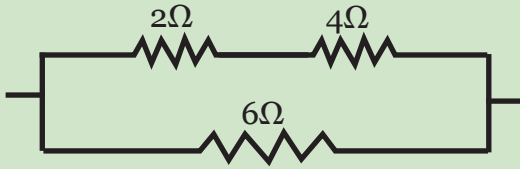
a. Rangkaian hambatan 1



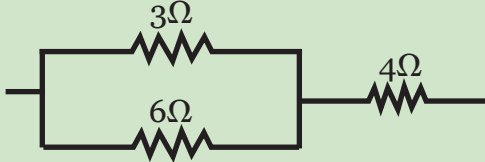
b. Rangkaian hambatan 2



c. Rangkaian hambatan 3



d. Rangkaian hambatan 4



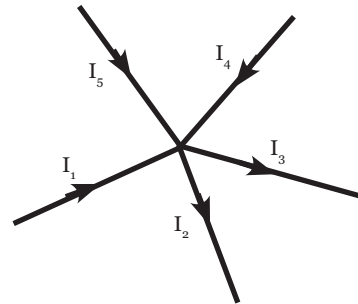
3. Karakteristik Rangkaian Listrik

a. Hukum Kirchoff

Perhatikan Gambar 5.29. Mobil yang masuk dari jalur utama akan berpisah di persimpangan jalan dan menuju tujuan masing-masing. Jumlah mobil yang masuk dan yang keluar jalur akan tetap sama, hal ini juga berlaku pada listrik. Menurut Hukum Kirchoff, besar arus listrik yang masuk ke dalam titik cabang kawat penghantar nilainya sama dengan besar arus listrik yang keluar dari titik cabang kawat penghantar tersebut.



(a)



(b)

Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.29 (a) Arus Kendaraan di Bundaran HI, Jakarta (b) Arus Listrik yang Masuk dan Keluar dari Percabangan

Secara matematis, hukum Kirchoff dapat ditulis seperti berikut.

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

Jika diketahui besar arus listrik $I_1 = 2 \text{ A}$, $I_2 = I_3 = 4 \text{ A}$, dan $I_4 = 5 \text{ A}$, maka besar arus I_5 adalah,

$$\begin{aligned}\sum I_{\text{masuk}} &= \sum I_{\text{keluar}} \\ I_1 + I_4 + I_5 &= I_2 + I_3 \\ I_5 &= (I_2 + I_3) - (I_1 + I_4) = (4 + 4) - (2 + 5) = 1 \text{ A}\end{aligned}$$

Jadi besar arus listrik yang mengalir pada I_5 adalah 1 ampere

b. Rangkaian GGL dan Hukum Ohm pada Rangkaian Tertutup

Baterai baru yang belum dipakai umumnya memiliki Gaya Gerak Listrik (GGL) = 1,5 V. Artinya sebelum dirangkai untuk menghasilkan arus listrik, di antara kutub-kutub baterai ada tegangan sebesar 1,5 V. Jika baterai dihubungkan dengan suatu rangkaian sehingga ada arus yang mengalir, maka tegangan di antara kutub-kutub baterai disebut **tegangan jepit**.

Perbedaan besar GGL dan tegangan jepit baterai dikarenakan adanya hambatan dalam pada baterai. Coba kamu ingat kembali hasil percobaan pada Aktivitas 5.10. Menurut Hukum Ohm, besar kuat arus yang mengalir pada rangkaian tertutup adalah:

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

Sehingga, besar tegangan jepitnya menjadi,

$$\begin{aligned}I \cdot R &= E - (i \cdot r) \\ V &= E - (i \cdot r)\end{aligned}$$

Dengan :

r = hambatan dalam baterai (Ω)

R = hambatan luar (Ω)

E = GGL baterai (volt)

V = tegangan jepit (volt)

I = arus listrik (ampere)

Elemen listrik yang sama dipasang secara seri dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n = n \cdot E$$

$$r_{\text{total}} = r_1 + r_2 + \dots + r_n = n \cdot r$$

sehingga:

$$I = \frac{n \cdot E}{R + n \cdot r}$$

Elemen listrik yang dipasang secara paralel dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n = E$$

$$\frac{1}{r_{\text{total}}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

karena $r_1 = r_2 = \dots = r_n$

maka,

$$\frac{1}{r_{\text{total}}} = \frac{n}{r}$$

$$r_{\text{total}} = \frac{r}{n}$$

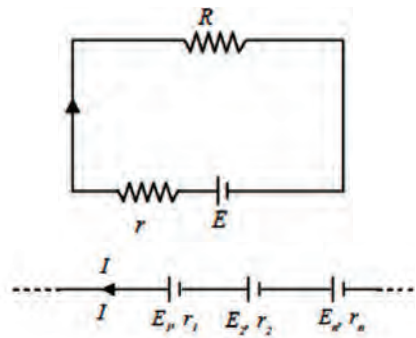
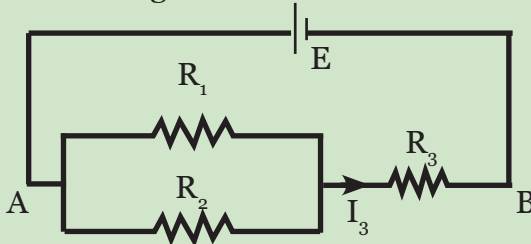
sehingga,

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

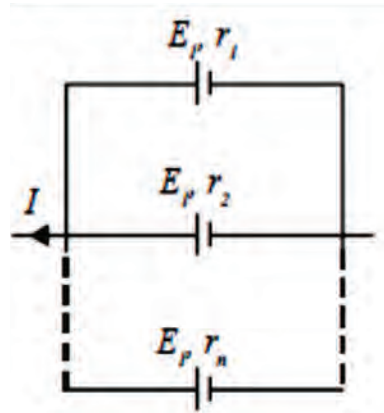


Ayo, Kita Selesaikan

Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.30 Rangkaian Elemen yang sama Secara Seri



Sumber: Dokumen Kemdikbud
Gambar 5.31 Rangkaian Elemen Secara Paralel

- Jika $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, dan $I_3 = 3 \text{ A}$, hitung:
- Hambatan total rangkaian
 - Tegangan total (V_{AB})
 - Arus listrik yang mengalir pada R_1
 - Arus listrik yang mengalir pada R_2

4. Sumber Arus Listrik

Listrik adalah energi, sehingga sesuai dengan hukum kekekalan energi untuk menghasilkan energi listrik perlu adanya alat yang dapat mengubah energi lain menjadi energi listrik. Secara umum, sumber arus listrik terdiri dari dua jenis, yaitu sumber arus searah (DC) dan sumber arus bolak-balik (AC). Agar lebih memahami, perhatikan Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Jenis Sumber Arus Listrik

Jenis Sumber Arus Listrik	Sumber Arus	Proses Perubahan Energi
DC (<i>direct current</i>)	Elemen volta	Kimia → listrik
	Elemen kering (baterai)	Kimia → listrik
	Akumulator (ACCU)	Kimia → listrik
	Solar sel	Kalor → listrik
	Dinamo DC	Gerak → listrik
AC (<i>alternating current</i>)	Dinamo AC	Gerak → listrik
	Generator	Gerak → listrik

Elemen volta, baterai, dan akumulator adalah sumber arus DC yang dihasilkan dari reaksi kimia, sehingga disebut juga sebagai **elektrokimia**. Berdasarkan dapat atau tidaknya diisi ulang, sumber arus listrik dibedakan menjadi elemen primer dan elemen sekunder. **Elemen primer** adalah sebutan bagi sumber arus listrik yang tidak dapat diisi ulang ketika energinya habis, contohnya seperti baterai kering dan elemen volta. **Elemen sekunder** adalah sebutan bagi sumber arus listrik yang dapat diisi ulang ketika energinya habis, contohnya seperti akumulator dan baterai Li-ion yang digunakan pada telepon genggam atau kamera.

5. Sumber-Sumber Energi Listrik

Tahukah kamu, dari mana asal energi listrik yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari? Apa hanya dari minyak bumi dan batubara saja? Mengingat keterbatasan energi tambang, kini listrik tidak hanya dihasilkan dari minyak bumi atau batu bara, tetapi juga dari energi **matahari, angin, air, dan bioenergi**. Sumber-sumber energi tersebut merupakan energi alternatif karena ketersediaannya di alam yang dianggap sangat melimpah atau tidak akan pernah habis jika digunakan. Agar mengetahui berbagai sumber energi alternatif tersebut, bacalah uraian berikut dengan seksama.

a. Energi Matahari

Energi matahari adalah sumber energi terbesar dan paling besar ketersediaannya. Melalui penggunaan panel surya, energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik. Tetapi saat cuaca mendung, energi listrik yang diperoleh tidak dapat dihasilkan secara maksimal. Sehingga, energi yang diperoleh saat matahari bersinar terang akan disimpan dalam baterai agar dapat digunakan saat cuaca mendung atau bahkan malam hari.



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.32 Panel Sel Surya

Penggunaan energi surya di Indonesia diterapkan dalam dua macam teknologi, yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Energi surya termal digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian dan memanaskan air. Energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin di Puskesmas dengan kapasitas total ± 6 MW.

b. Energi Angin (Kincir Angin)

Kincir angin adalah salah satu contoh sumber energi listrik alternatif. Energi gerak, yang dihasilkan oleh gerakan angin terhadap kincir, diubah oleh generator menjadi energi listrik. Berbeda dengan batu bara, gas, dan minyak bumi, kincir angin tidak menyebabkan polusi bagi lingkungan, sehingga kincir angin dipercaya ramah terhadap lingkungan. Oleh sebab itu, pada tahun 1930, pemerintah Amerika mulai menggunakan kincir angin sebagai sumber energi

listrik utamanya. Di daerah California, saat ini sudah ada 13.000 kincir angin yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik hingga 1,5 – 4 juta kWh setiap tahunnya, ini berarti setiap kincir angin digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik 150 hingga 400 rumah. Namun, ketika tidak ada angin yang berhembus maka tidak akan ada energi listrik yang dihasilkan, sehingga masih diperlukan sejumlah batubara, gas, atau minyak bumi untuk memenuhi energi listrik pada saat tersebut.



Sumber: Dokumen kemdikbud

Gambar 5.33 Sumber Energi Angin

Berdasarkan penelitian pada tahun 1980, ternyata penggunaan kincir angin menimbulkan permasalahan bagi lingkungan, khususnya pada penurunan populasi burung. Baling-baling kincir angin yang tinggi dan berukuran sangat besar telah menyita habitat burung sehingga timbul persaingan antara burung dan kincir.

Tidak kalah dengan California, Indonesia telah membangun beberapa unit kincir angin dengan kapasitas masing-masing 80 KW di Yogyakarta dan menargetkan pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Baru (PLTB) yang mampu menghasilkan 250 MW pada tahun 2025.

c. Energi Air (Hydropower)

Air yang mengalir dari hulu ke hilir, khususnya pada sungai-sungai yang deras, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Arus air sungai tersebut dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang terhubung pada generator sehingga energi listrik dapat dihasilkan.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.34 PLTA Karangates yang Memanfaatkan Aliran Sungai Brantas

Banyaknya jumlah sungai dan danau air tawar membuat Indonesia membangun banyak Pembangkit Listrik Tenaga Air

(PLTA) di seluruh wilayahnya. Potensi tenaga air di seluruh Indonesia diperkirakan sebesar 75.684 MW, tetapi yang dimanfaatkan masih 100 MW dengan jumlah pabrik sekitar 800. Salah satu contoh PLTA yaitu PLTA Karangates yang ada di Kabupaten Malang.

d. Bioenergi

Bioenergi adalah energi yang diperoleh dari biomassa. Biomassa merupakan bahan organik yang berasal dari makhluk hidup, baik dari tumbuhan maupun hewan. Limbah dari budidaya pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, maupun perikanan juga dapat digunakan sebagai sumber bioenergi. Energi yang diperoleh dari biomassa ini dapat diubah menjadi energi listrik dengan cara mengolah biomassa menjadi bahan bakar nabati, misalnya etanol atau biodiesel. Bahan bakar nabati ini selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan bakar generator atau diesel untuk menghasilkan listrik.



Sumber: www.goodnewsfinlad.com

Gambar 5.35 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Mesto



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu berpikir bahwa tanaman dapat menghasilkan arus listrik? **Sumber listrik baru** telah dikembangkan oleh Marjolein Helder dari Universitas Wageningen Belanda. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada saat tumbuh, tanaman memperoleh listrik dari interaksi antara akar tanaman dengan bakteri tanah.

Akar tanaman tersebut mampu mengeluarkan cairan dan gas hingga 70% ke tanah. Selanjutnya bakteri yang



Sumber: tabloidpulsa.co.id

Gambar 5.36 Tumbuhan sebagai Sumber Energi Listrik

ada di sekitar akar mengurai bahan organik sehingga membentuk sumber energi listrik baru. Saat menguji penelitiannya, Helder meletakkan sebuah elektrode dekat bakteri untuk menyerap elektron dan hasilnya menunjukkan ada arus listrik yang mengalir di antara elektrode tersebut. Mikroba pada tanaman mikrobial dapat menghasilkan arus 0,4 watt per meter persegi dari tanaman hidup. Ke depan energi listrik dari tanaman ini akan dikembangkan hingga dapat memproduksi sebanyak 3,2 watt meter persegi. Ini artinya akar dalam wilayah 100 meter persegi dapat memenuhi kebutuhan listrik sebuah rumah dengan pemakaian 2.800 kWh per tahun.

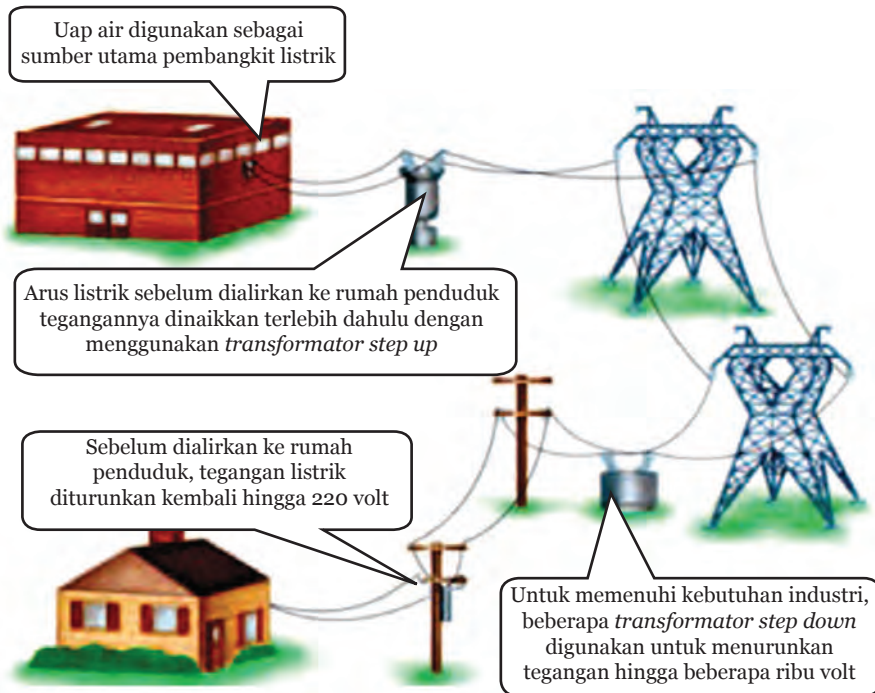


Ayo, Kita Cari Tahu

Tahukah kamu bahwa energi nuklir, gas hidrogen, panas bumi, gelombang air laut, dan piezoelektrik juga merupakan sumber energi listrik alternatif? Coba cari informasi sebanyak-banyaknya tentang pengertian dan cara kerja masing-masing sumber energi tersebut! Tuliskan dalam bentuk makalah, konsultasikan kepada gurumu, dan kemudian presentasikan di depan kelas.

6. Transmisi Energi Listrik

Tahukah kamu bagaimana energi listrik dapat disalurkan ke rumah-rumah dengan efektif dan efisien? Perhatikan gambar 6.37 berikut!



Sumber: Biggs, dkk., 2008

Gambar 6.37 Transmisi Energi Listrik Jarak Jauh

Transmisi listrik jarak jauh dilakukan dengan menaikkan tegangan listrik. Jika tegangan listrik untuk transmisi jarak jauh rendah, maka arus listriknya akan menjadi besar sehingga diperlukan kabel listrik yang besar dan banyak energi yang terbuang menjadi kalor saat listrik disalurkan dari PLN ke rumah-rumah. Namun, dengan tegangan yang tinggi, maka arus listrik akan menjadi kecil sehingga kabel listrik yang dibutuhkan kecil dan tidak terlalu banyak energi yang terbuang.

Agar tegangan listrik dari PLN dapat dinaikkan, maka diperlukan transformator *step up*. PLN memproduksi listrik dengan tegangan sebesar 10.000 volt, sehingga perlu dinaikkan menjadi sekitar 150.000 volt. Transmisi energi listrik dengan tegangan sebesar ini dilakukan dengan menaikkan kabel pada gardu-gardu listrik yang tinggi agar aman bagi penduduk. Pada transmisi berikutnya digunakan transformator *step down* untuk menurunkan tegangan hingga menjadi 220 volt sehingga dapat langsung didistribusikan ke penduduk.

C. Teknologi dalam Lingkungan

Ayo, Kita Pelajari



- Upaya penghematan listrik
- Penggunaan energi listrik di lingkungan sekitar
- Pencegahan bahaya penggunaan listrik



Istilah Penting

- Korsleting
- Teknologi
- Lingkungan

Mengapa Penting?



Untuk memahami upaya penghematan dan penggunaan teknologi listrik dalam kehidupan sehari-hari.

Mengapa malam hari selalu identik dengan kegelapan? Seperti yang telah dijelaskan pada materi Sistem Tata Surya dan Kehidupan di Bumi di kelas VII, bagian bumi akan mengalami malam apabila posisinya membelakangi matahari sehingga tidak mendapatkan cahaya matahari secara langsung. Bagian bumi yang mengalami malam hari hanya akan mendapatkan cahaya dari bulan dan bintang. Lemahnya penerangan dari bulan dan bintang mengakibatkan malam menjadi gelap. Oleh karena itu, sejak dahulu kala datangnya malam hari menjadi salah satu hal yang paling tidak disukai manusia. Namun, sejak ditemukan bola lampu oleh Thomas Alva Edison, malam menjadi waktu yang dinantikan umat manusia. Salah satunya karena keindahan lampu-lampu yang sekaligus menjadi hiasan malam hari.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5. 38 Lampu sebagai Penerang pada Malam Hari



Tahukah Kamu?



Sumber: www.kenton.k12.ny.us

Gambar 5. 39 Thomas Alva Edison dengan Lampu Pijar Temuannya

Thomas Alva Edison adalah seorang ilmuwan yang sangat gigih dan pantang menyerah. Ia berhasil menemukan lampu setelah melakukan 1000 kali percobaan. Hingga pada akhirnya, berkat kegigihan dan sikap pantang menyerah tersebut Edison berhasil memegang rekor dengan 1093 paten atas namanya. Menurut Edison “Saya tidak patah semangat karena setiap usaha yang salah adalah satu langkah maju”.



Ayo, Kita Pikirkan!

Menurutmu bagaimana energi listrik dihasilkan? Mungkinkah energi listrik habis? Coba pikirkan dan diskusikan dengan temanmu

Selain lampu, energi listrik juga dimanfaatkan untuk mengoperasikan berbagai teknologi untuk menunjang kehidupan manusia. Coba sebutkan teknologi apa saja yang ada di rumahmu yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber energi utamanya? Tahukah kamu seberapa besar energi listrik yang digunakan setiap bulan di rumahmu? Bagaimana cara menentukan biaya listrik setiap bulan? Total biaya listrik setiap bulan yang dibayarkan kepada PLN dihitung sesuai penggunaan energi listrik di rumah. Melalui kWh meter yang biasa dipasang di rumah, petugas PLN setiap bulan mendatangi dan mencatat besar energi listrik yang telah digunakan. Energi yang telah digunakan tersebut dikalikan dengan tarif dasar listrik yang telah ditentukan.



(a)

KD GOL	DAIRY (RU)	KODE KEDUDUKAN	NOMOR PELANGGAN
0000	1300	LCA-MRLL-015-00	53-567-705750-3
KEDUDUKAN METER	LHWP-BLOK 1	WBP-BLOK 2	KVWP-BLOK 3
AMPAH	11487		
LALU	11135		
FAKTOR KALI	1		
PERMANGAN	20	40	292
HARGA PEMAKAIAN	385.00	445.00	495.00
HARGA PER KUALIFIKASI	TARIF PPN	HARGA KEL. KWARTY	KELEBIHAN KWARTY
30,100			

(b)

Sumber: (a) trajumaselectric.blogspot.com, (b) freedigitalphotos.net

Gambar 5.40 Rekening Listrik

Perhitungan biaya listrik dilakukan dengan mengalikan energi listrik yang terpakai dengan tarif dasar listrik per kWh. Misalnya sebuah lampu dengan daya 10 watt dinyalakan dalam waktu 8 jam/hari selama 30 hari. Karena lampu 10 watt artinya dalam 1 detik menggunakan energi listrik sebesar 10 joule, maka energi total yang digunakan lampu selama 30 hari adalah $W = P \times t = 10 \times 8 \times 30 = 2400 \text{ Wh} = 2,4 \text{ kWh}$. Jika tarif dasar listriknya Rp. 385, maka biaya yang harus dibayarkan adalah sebesar Rp. 924.



Ayo, Kita Selesaikan

Buatlah perhitungan biaya pemakaian listrik di rumah kamu masing-masing. Gunakan rekening pemakaian listrik untuk 1 bulan. Bandingkan hasil perhitunganmu dengan pembayaran yang dilakukan orangtuamu. Kemukakan pendapatmu dalam bentuk narasi. Lalu, coba kamu pikirkan cara untuk mencocokkan perhitungan biaya pemakaian listrik yang menggunakan sistem pulsa (prabayar).



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu betapa bahayanya jika kita ceroboh dalam menggunakan listrik? Salah satunya adalah korsleting. Akhir-akhir ini kita sering mendengar peristiwa kebakaran yang disebabkan oleh korsleting. Tetapi tahukah kamu mengapa hubungan arus pendek listrik atau korsleting dapat menjadi penyebab kebakaran? Umumnya, korsleting terjadi karena adanya konduktor positif dan negatif di dalam kabel yang saling berhubungan satu sama lain. Hal tersebut disebabkan oleh penyambungan kabel-kabel listrik yang tidak memperhatikan kutub-kutub listrik atau adanya konduktor kabel yang tidak tertutup oleh isolator dengan baik.



Sumber: Dokumen
Kemdikbud

Gambar 5.41
Menyambung Kabel

Konduktor dalam kabel yang saling terhubung tersebut mengakibatkan hubungan pendek sehingga dapat memicu timbulnya arus yang sangat besar pada kabel, dan akan menghasilkan energi panas yang luar biasa dalam waktu singkat. Biasanya, energi panas ini disertai dengan ledakan kuat dengan suhu sangat tinggi hingga mampu membakar benda-benda yang ada di sekitarnya.

1. Upaya Penghematan Energi Listrik

Mengapa kita perlu menghemat energi listrik? Bukankah energi listrik tidak pernah habis meskipun telah digunakan dari kita kecil hingga sekarang? Sebelum memahami lebih lanjut tentang upaya penghematan energi listrik, lakukan kegiatan diskusi berikut ini.



Ayo, Kita Diskusikan

Berdasarkan hasil perhitungan biaya listrik setiap bulan di atas, coba kamu menghitung berapa besar energi dan biaya listrik yang harus kamu bayarkan setiap bulannya? Dengan menggunakan

energi listrik di rumahmu sebagai acuan (jika ada), coba hitung besar energi dan biaya listrik seluruh penduduk Indonesia yang berjumlah sekitar 264 juta penduduk. Asumsikan 264 juta penduduk tersebut terbagi ke dalam 66 juta rumah tangga dan asumsikan juga bahwa 55% penduduk Indonesia telah menggunakan energi listrik di rumahnya masing-masing.

Setelah menghitung besar energi listrik yang digunakan oleh seluruh penduduk Indonesia, sekarang coba hitung berapa besar emisi karbon yang dihasilkan jika 60% penggunaan energi listrik berasal dari energi fosil. Perlu diketahui bahwa setiap 1000 mega watt daya listrik yang diproduksi dari batu bara akan menghasilkan 5,6 juta ton emisi karbon tiap tahun.

Apa yang dapat kamu simpulkan dari diskusi tersebut?

Ternyata tidak hanya menghemat biaya listrik yang terus-menerus naik, upaya penghematan energi listrik juga dilakukan karena besarnya emisi karbon yang dihasilkan. Besarnya emisi karbon yang dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan batu bara adalah penyumbang terbesar terjadinya *global warming*. Tentang *global warming* telah kamu pelajari di kelas VII dan 8.

Salah satu upaya untuk menghemat energi listrik adalah dengan menggunakan energi listrik seperlunya atau mengganti peralatan listrik dengan daya yang lebih kecil. Coba perhatikan penggunaan lampu sorot yang dipasang pada kendaraan terbaru, bandingkan dengan kendaraan lama, adakah perbedaannya? Lampu sorot pada mobil-mobil baru dan lampu penerangan di rumah cenderung memanfaatkan lampu LED (*Light Emitting Diode*) daripada lampu bohlam seperti pada kendaraan lama. Penggunaan LED dengan daya yang lebih kecil tersebut diharapkan dapat menghemat kebutuhan energi listrik. Selain penggunaan LED, apa saja upaya yang dilakukan manusia untuk menghemat energi listrik? Coba identifikasi upaya-upaya tersebut bersama teman-temanmu.



Tahukah Kamu?

Sebagai upaya penghematan listrik sekaligus mengurangi dampak *global warming*, kegiatan earth hour diadakan WWF (*World Wide Fund*) for nature setiap hari Sabtu terakhir bulan Maret. Acara utamanya adalah mematikan lampu dan peralatan listrik selama satu jam. Kegiatan yang serentak dilakukan di beberapa negara ini terbukti mampu menghemat biaya listrik hingga Rp.216.600.000, mengurangi jumlah CO₂ hingga sebanyak 267,3 ton, dan menyelamatkan 267 pohon.



2. Penggunaan Teknologi Listrik di Lingkungan Sekitar

a. Elektrokardiograf (ECG)

Elektrokardiograf adalah alat dalam bidang kedokteran yang biasa digunakan untuk merekam aktivitas otot jantung. Alat ini mampu merekam sinyal-sinyal listrik dari aktivitas jantung. Elektrokardiograf memiliki 10 logam yang masing-masing sebanyak 6 logam dipasang di dada dan 4 lainnya dipasang di pergelangan kaki dan tangan. Seluruh logam tersebut dihubungkan pada kabel. Kabel inilah yang akan menghantarkan sinyal listrik dari jantung ke alat perekam medis yang berupa osiloskop untuk kemudian dicetak pada kertas kardiogram. Osiloskop adalah alat yang biasa digunakan untuk menggambarkan bentuk gelombang listrik pada layar.



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.42 Penggunaan ECG

b. Elektrosepalogram (EEG)

Elektrosepalogram adalah alat uji kedokteran yang digunakan untuk menilai kerja otak. Sama seperti sel saraf lainnya, sel-sel otak saling terhubung satu sama lain melalui sinyal-sinyal listrik. Sistem kerja elektrosepalogram mirip dengan elektrokardiograf. Sinyal-

sinyal listrik dari otak akan diterima elektrosegpalogram untuk mencitrakan aktivitas otak dan mendeteksi penyakit-penyakit akibat kelainan fungsi kerja otak, misalnya epilepsi.

c. Pengendap Elektrostatis pada Cerobong Asap

Pengendap elektrostatis berfungsi untuk membersihkan gas buang yang keluar melalui cerobong asap agar tidak mengandung partikel-partikel kotor yang dapat mencemari udara. Komponen utama yang ada pada alat ini adalah kawat yang bermuatan negatif dan pelat logam yang bermuatan positif.

Saat asap kotor melewati kawat, maka beberapa partikel abu juga akan bermuatan negatif. Setelah itu, pelat logam yang bermuatan positif akan menarik partikel abu tersebut hingga membentuk jelaga yang mudah dibersihkan.

d. Pengecatan Mobil

Butiran cat mobil akan bermuatan listrik ketika bergesekan dengan mulut pipa semprot dan udara. Butiran cat tersebut akan tertarik ke badan mobil apabila badan mobil diberi muatan yang berlawanan dengan muatan cat.

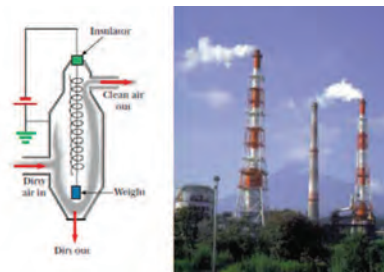
e. Mesin Fotokopi

Selain menerapkan konsep optik, mesin fotokopi juga menerapkan konsep listrik statis. Komponen utama pada mesin fotokopi yang menerapkan listrik statis adalah penggunaan toner atau tempat bubuk hitam halus. Toner sengaja dibuat bermuatan negatif sehingga mudah ditarik oleh kertas.



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.43 Penggunaan EEG



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.44 Cerobong Asap



Sumber: freedigitalphotos.net

Gambar 5.45 Alat Pengecat Mobil



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 5.46 Mesin Fotokopi

3. Pencegahan Bahaya Penggunaan Listrik dalam Kehidupan

Pernahkah kamu tersengat listrik (terkena setrum listrik)? Pada saat tersengat listrik, mungkin hanya sensasi kejutan yang kamu rasakan. Namun persitiwa terparah pada tahun 1997, sebanyak 490 orang meninggal akibat tersengat listrik. Sejak saat itu berbagai tindak pencegahan dilakukan untuk menghindari jatuhnya korban jiwa akibat kelalaian manusia dalam menggunakan listrik. Berikut disajikan beberapa prosedur “Aman Menggunakan Listrik”.

Prosedur “Aman Menggunakan Listrik”.

- ✓ Mencabut kabel dari stop kontak bila tidak menggunakan peralatan listrik.
- ✓ Menghindari air dan kondisi tangan yang basah saat ingin menyambung atau melepas sambungan kabel dengan stop kontak.
- ✓ Tidak memegang lubang stop kontak atau sambungan kabel yang terbuka.
- ✓ Selalu memperhatikan peringatan penggunaan listrik yang ada pada peralatan listrik.
- ✓ Memasang sekering untuk menghindari kebakaran dengan cara memutus arus pendek yang terjadi di rumah secara otomatis.



Tahukah Kamu?

Kamu akan merasakan sengatan listrik saat arus listrik masuk ke tubuhmu. Darah dan cairan tubuh lainnya merupakan konduktor listrik yang baik, tetapi kulit dalam keadaan kering merupakan isolator bagi arus listrik. Kondisi kulit yang kering tersebut seperti plastik yang membungkus kabel listrik, sehingga kulit melindungi tubuh dari arus listrik yang akan masuk ke dalam tubuh. Efek kejutan listrik yang dirasakan tubuh tergantung pada banyaknya arus yang masuk, perhatikan Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Besar Arus dengan Efek Kejutan Listrik pada Tubuh Manusia

Kuat Arus Listrik (A)	Efek Kejutan yang Dirasakan Tubuh
0,0005	Geli
0,001	Terasa nyeri

Kuat Arus Listrik (A)	Efek Kejut yang Dirasakan Tubuh
0,01	Kesulitan bergerak
0,025	
0,05	Kesulitan bernapas
0,10	
0,25	
0,50	Serangan jantung
1,00	



Ayo, Kita Renungkan

Listrik saat ini merupakan salah satu sumber energi terbesar yang dipakai oleh hampir seluruh manusia di dunia. Listrik menjadi kebutuhan utama di rumah tangga, kantor-kantor, gedung sekolah, dan berbagai macam industri. Bahkan listrik juga mengalir di dalam tubuh kita, listrik akan terus bergerak dari satu neuron ke neuron yang lain ketika otak aktif bekerja. Beberapa jenis hewan juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan listrik, yang berperan sebagai alat petunjuk gerak dan ada pula yang berfungsi sebagai sistem pertahanan terhadap musuh. Manfaat listrik yang begitu besar, bukan berarti kita dapat menggunakannya sesuka hati. Sebagian besar energi yang digunakan untuk pembangkit listrik saat ini adalah berasal dari sumber daya alam, sehingga penggunaan listrik yang arif dan bijaksana akan sangat bermanfaat bagi pelestarian alam sekitar agar sumber energi listrik tidak cepat habis. Bagaimana caramu untuk menghemat penggunaan listrik?



Info Tokoh

1544-
1603

Vesovium Gilbert



Orang pertama yang menggunakan kata listrik dan dialah yang menggunakan alat listrik pertama yaitu versorium.

1737-
1798

Luigi Galvani



Menemukan fakta bahwa sepotong otot kodok yang diisolasi akan bergerak jika saraf dan ototnya dihubungkan.



1745-
1827

Alesandro Volta



Menemukan baterai berukuran praktis pertama.

1736-
1806

Charles de Coulomb



Fisikawan Perancis yang dapat menghitung gaya interaksi dua muatan listrik

George Ohm



Mencetuskan hubungan antara hambatan, kuat arus, dan beda potensial listrik, atau yang lebih dikenal dengan sebutan hukum Ohm.

1789-
1854

Gustav Robert Kirchhoff



Mencetuskan konsep dasar teori rangkaian listrik, spektroskopi, dan emisi radiasi benda hitam yang dihasilkan oleh benda-benda yang dipanaskan.

1824 -
1887



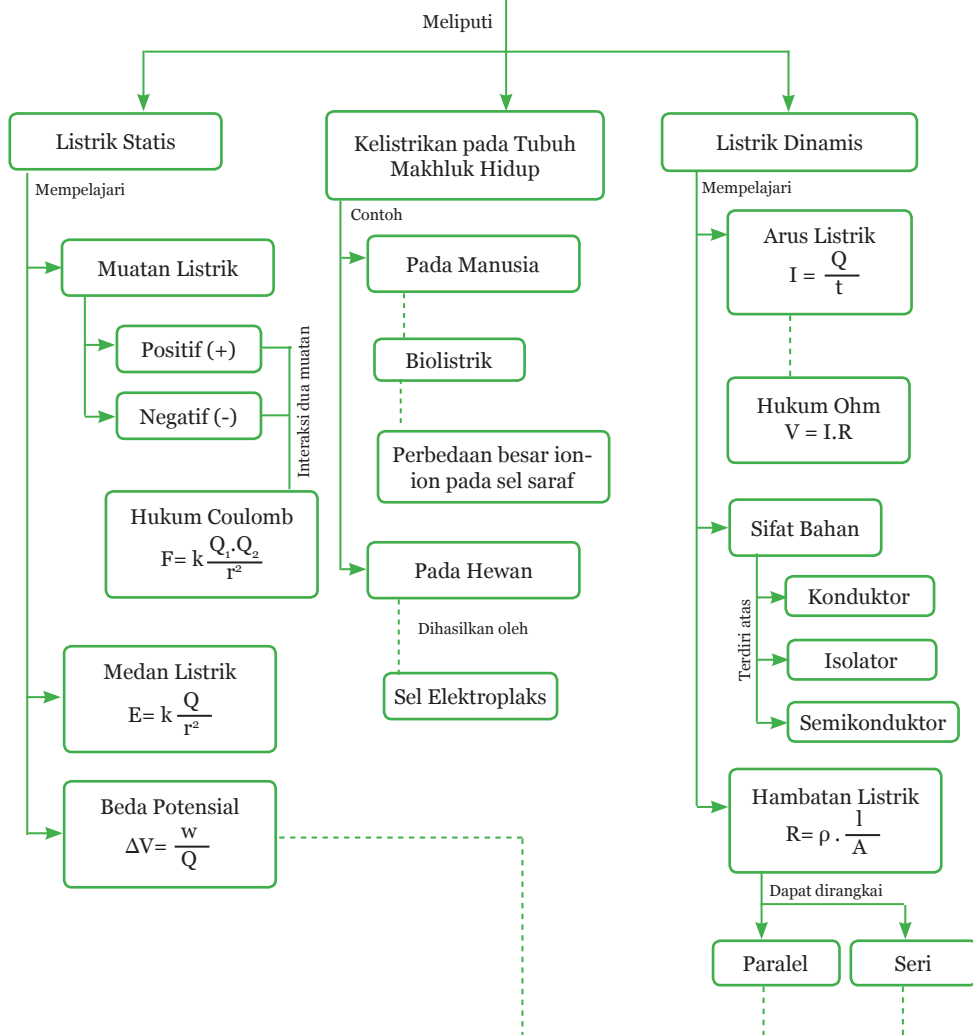
Rangkuman

1. Listrik statis terjadi akibat adanya perbedaan muatan listrik. Muatan listrik sejenis (positif dengan positif atau negatif dengan negatif) bersifat tolak menolak. Muatan listrik yang berbeda (positif dengan negatif) bersifat tarik menarik. Besarnya gaya tolak atau gaya tarik kedua muatan listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum Coulomb.
2. Medan listrik adalah daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik suatu muatan listrik.
3. Potensial listrik merupakan usaha yang diperlukan untuk memindahkan elektron dari satu titik ke titik lainnya yang jauhnya tak terhingga (jarak tidak berpengaruh).
4. Muatan listrik negatif terdapat di dalam sel saraf dan muatan listrik positif terdapat pada bagian luar sel saraf. Sel saraf dapat menghantarkan rangsang karena adanya muatan yang tarik menarik. Tarik-menarik muatan listrik pada saraf terjadi bila terdapat rangsangan dari neurotransmitter.
5. Berdasarkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik, bahan digolongkan menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator.
6. Besar hambatan listrik suatu kawat dipengaruhi oleh hambatan jenis kawat, panjang kawat, dan luas penampang kawat.
7. Hewan tertentu dapat menghasilkan listrik, misalnya ikan belalai gajah, ikan pari elektrik, hiu kepala martil, echidnas, belut listrik, lele elektrik.
8. Arus listrik mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik
9. Rangkaian listrik terdiri 2 jenis, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel.
10. Energi listrik dapat dirubah menjadi energi lain, misalnya kipas angin yang mampu merubah energi listrik menjadi energi gerak. Sebaliknya, energi lain dapat diubah menjadi energi gerak, misalnya energi kimia pada akumulator (accu) dapat dirubah menjadi energi listrik
11. Sumber energi listrik alternatif diperoleh dari sumber energi yang berlimpah di alam, misalnya berasal dari energi matahari, energi angin, energi air, bioenergi, dan nuklir



Peta Konsep

Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan

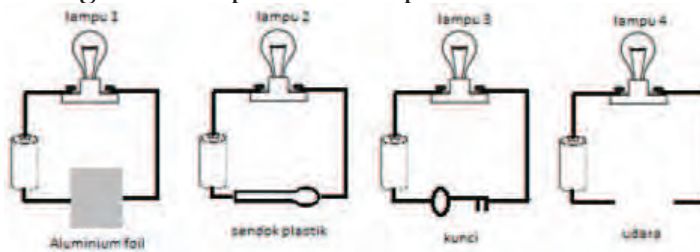




Uji Kompetensi

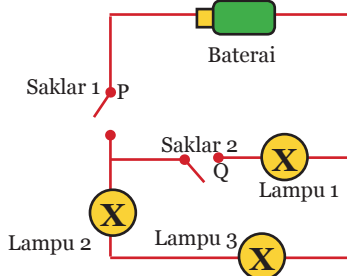
A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

- Perubahan energi yang terjadi pada baterai yang menyalakan senter adalah
 - listrik-mekanik-cahaya
 - kimia-mekanik-cahaya
 - kimia-listrik-cahaya
 - mekanik-listrik-cahaya
- Gambar berikut menunjukkan baterai dan lampu yang dihubungkan dengan kawat pada beberapa bahan.



Gambar yang menunjukkan lampu menyala adalah

- 1
 - 2 dan 3
 - 1 dan 3
 - 1, 3 dan 4
- Batang yang terbuat dari bahan berbeda dihubungkan di antara titik P dan Q pada rangkaian berikut.



Batang yang akan menyebabkan lampu menyala adalah

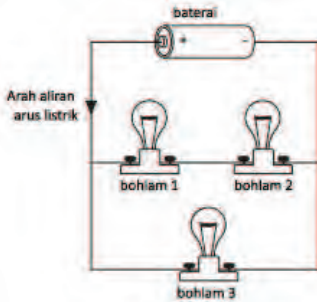
- a. batang tembaga
 - b. batang kayu
 - c. batang gelas
 - d. batang plastik
4. Energi listrik digunakan untuk menyalakan lampu. Perbandingan jumlah energi listrik yang digunakan dengan jumlah energi cahaya yang dihasilkan adalah
- a. jumlah energi listrik yang dihasilkan lebih dari jumlah energi cahaya yang dihasilkan
 - b. jumlah energi listrik yang dihasilkan kurang dari jumlah energi cahaya yang dihasilkan
 - c. jumlah energi listrik yang dihasilkan sama dengan jumlah energi cahaya yang dihasilkan
 - d. jumlah energi listrik yang dihasilkan terkadang lebih banyak atau lebih sedikit dari pada jumlah energi cahaya yang dihasilkan
5. Sebuah ruang kelas menggunakan berbagai peralatan listrik dengan rincian daya dan waktu pemakaian seperti pada tabel berikut!

No	Jenis Peralatan Listrik	Besar Daya	Rata-rata Pemakaian
1	4 buah lampu	20 watt	3 jam
2	Pendingin ruangan (AC)	450 watt	6 jam
3	LCD proyektor	100 watt	6 jam
4	Komputer	350 watt	6 jam

Jika harga listrik tiap kWh adalah Rp. 385,00 dan listrik digunakan dari hari Senin sampai Sabtu, maka biaya listrik yang harus dibayarkan untuk kelas tersebut adalah (asumsi 1 bulan = 30 hari).

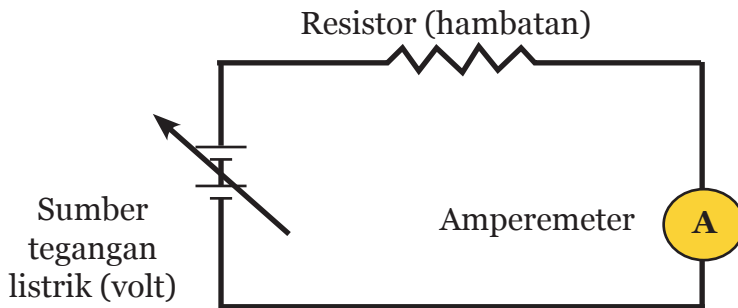
- a. Rp. 114.114,00
- b. Rp. 65.142,00
- c. Rp. 56.456,40
- d. Rp. 55.255,20

6. Tiga lampu identik dihubungkan dengan sebuah baterai seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Arah panah menunjukkan arah aliran arus listrik. Pernyataan berikut yang benar adalah

- arus pada lampu 1 lebih besar daripada arus pada lampu 2
 - arus pada lampu 1 lebih besar daripada arus pada lampu 3
 - arus pada lampu 2 sama dengan arus pada lampu 3
 - arus pada lampu 2 sama dengan arus pada lampu 1
7. Zat kimia yang berfungsi untuk menghantarkan rangsang listrik adalah
- lipase
 - neurotransmitter
 - amilase
 - esterogen
8. Beberapa siswa menggunakan amperemeter (A) untuk mengukur arus pada sirkuit dengan tegangan yang berbeda-beda.



Tabel di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran beberapa siswa tersebut. Lengkapilah tabel berikut ini!

Tegangan (volt)	Arus listrik (miliampere)
2	15
4	30
....	60

- a. 5 volt
 - b. 6 volt
 - c. 7 volt
 - d. 8 volt
9. Salah satu keuntungan energi matahari adalah
- a. tidak menghasilkan polusi
 - b. energi matahari tidak dapat diperbaharui
 - c. energi matahari efisien di beberapa iklim
 - d. energi matahari tersedia sepanjang waktu
10. Berikut yang bukan bahan bakar fosil adalah
- a. batubara
 - b. minyak bumi
 - c. matahari
 - d. gas alam

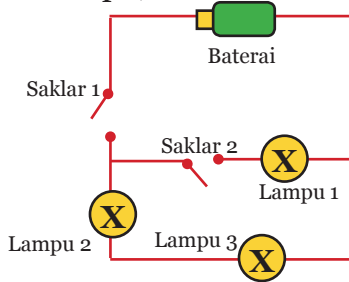
B. Uraian

1. Perhatikan ilustrasi sebuah elektroskop netral berikut.



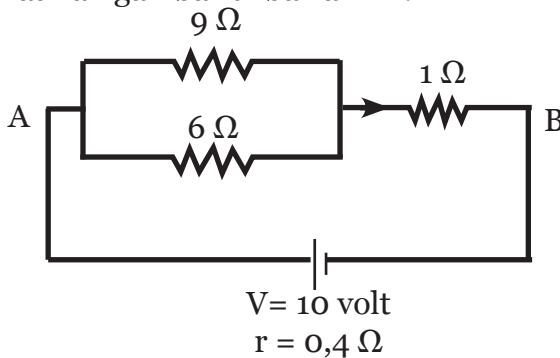
Apabila elektroskop tersebut didekati oleh benda bermuatan negatif, apa yang akan terjadi?

- Dua buah muatan masing-masing $q_1 = 4 \mu\text{C}$ dan $q_2 = 8 \mu\text{C}$ terpisah sejauh 60 cm. Tentukan besar gaya yang terjadi antara dua buah muatan tersebut, gunakan tetapan $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$!
- Diberikan sebuah rangkaian listrik arus searah terdiri dari tiga buah lampu, dua buah sakelar, dan sebuah sumber arus listrik.



Manakah lampu-lampu yang menyala jika:

- sakelar 1 tertutup, sakelar 2 terbuka
 - sakelar 2 tertutup, sakelar 1 terbuka
 - sakelar 1 tertutup, sakelar 2 tertutup
 - sakelar 1 terbuka, sakelar 2 terbuka
- Rangkaian listrik yang dipasang di rumah-rumah menggunakan rangkaian paralel dan bukan rangkain seri. Apa keuntungan menggunakan rangkaian paralel tersebut?
 - Mengapa petir lebih mudah menyambar pohon kelapa dibanding pohon mangga?
 - Perhatikan gambar di bawah ini!



Hitunglah!

- Hambatan pengganti
- Arus listrik total yang mengalir pada rangkaian
- Arus listrik yang mengalir pada hambatan 9Ω
- Arus listrik yang mengalir pada hambatan 6Ω

- e. Arus listrik yang mengalir pada hambatan 1Ω
- f. Tegangan listrik pada hambatan 9Ω
- g. Tegangan listrik pada hambatan 6Ω
- h. Tegangan listrik pada hambatan 1Ω



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Proyek Menyelidiki Cara Kerja Mesin Fotokopi

Coba kamu selidiki bagaimana cara kerja mesin fotokopi berdasarkan prinsip listrik statis. Kalian dapat mencari informasi di buku atau sumber lainnya. Mintalah bimbingan kepada guru dan orang tuamu untuk mencari informasi tersebut.

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 (on line). (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* (on line). (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*. On line. (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* (on line). (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

Bio gas 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 slaing 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 perisetubuhan

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-liptan 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 tanah 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

A

- AC (alternating current) 267
- Adaptasi 109
 - Adaptasi fisik 109
- AIDS 37
- Air Bersih 140
- Air Conditioner 150
- Anafase 4
- Anemogami 68
- Anemokori 74
- Angiospermae 53, 63, 77, 78, 80, 81, 86, 117
- Anion 191
- Antera 79
- Anteridium 84
- Antropogami 69
- Antropokori 75
- arkegonium 84
- Arus Listrik 249

B

- Baja 206
- Baja Ringan 206
- Beda Potensial 232
- Belut Listrik 248
- biolistrik 235
- BPA 205
- Bryophyta 53, 117

C

- Cangkok 61

D

- Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk 134

- DC (direct current) 267
- Dinamika Populasi Manusia 129
- Dormansi 76

E

- Echidnas 248
- E. coli* 197
- Electroencephalogram (EEG) 278
- Elektron 176
- Endometrium 18
- Energi listrik 232
- Entomogami 68
- Epididimis 9, 11

F

- Fase menstruasi 23, 25
- Fase ovulasi 23, 25
- Fertilisasi 18, 25
- Folikel 17, 20
- Fotosintesis 166
- Fragmentasi 95

G

- Galvanum 206
- Gamet 4
- gametofit 78
- Gaya gesek 33
- Gemmae 87
- Gigi 208
- Global warming 150
- Glukosa 167
- Grafit 201
- Gymnospermae 53, 80, 81, 86, 117

H

Hantaran Listrik 238
Haploid 5
HDPE 203
Heksagonal 202
Herpes simplex genitalis 37
Hewan-hewan Penghasil Listrik 247
Hidrokor 74
Hidroponik 89
High-Density Polyethylene 203
Hiu Kepala Martil 248
HIV 37
Hormon oksitosin 32, 33
Hormon progesteron 25, 26
Hukum Coulomb 224
Hukum Kirchoof 264
Hukum Ohm 265

I

Identifikasi Unsur 197
Ikan Belalai Gajah 247
Ikan Pari Elektrik 247
Ikatan kimia 167
Infundibulum 16
Inseminasi Buatan 107
Intan 201
Ion 190
Ion negatif 191
Ion positif 191
Isolator listrik 240

J

Jaringan 2

K

Karakteristik Benda 200
Kation 191

Kehamilan 25, 48
Kelahiran 131
Kelenjar Bulbouretra 13
Kelenjar Prostat 9
Kelenjar Vesikula Seminalis 9
Kelistrikan pada Sel Saraf 234
Kematian 132
Kembar 34
kembar dizigot 34
kembar monozigot 35
Ketersediaan Udara Bersih 148, 151
Kiropterogami 69
Kloroplas 166
Konduktor listrik 240
Konfigurasi Elektron 186
Kultur Jaringan Tumbuhan 90
Kuncup Adventif Daun 57
Kuningan 207

L

LDPE 204
Lele Elektrik 248
LH 24, 25, 48
Light Emitting Diode 277
Listrik Dinamis 249
Listrik Statis 220
Logam 206
Low-Density Polyethylene 204
Lumut daun 88
Lumut hati 88
Lumut tanduk 88

M

Marchantia polymorpha 88
Masa pubertas 10
Medan Listrik 228
Meiosis 4, 5
Menempel (okulasi) 62
Menstruasi 21

Menyambung (enten) 62
Merunduk 61
Metafase 4
Micrococcus pyogenes 197
Migrasi 133
Mikroorganisme 146
mikroskop elektron 179
Mitosis 4
Molekul dalam Benda Mati 169
Mortalitas 132
Muatan Listrik 220

N

Natalitas 131
Neurotransmitter 235
Neutron 176
Nomor Atom 181
Nomor Massa 181

O

Oogenesis 19, 20, 47
Oosit sekunder 48
Organ Reproduksi 7
Ornitogami 69
Ovarium 15
Oviduct 16
Ovipar 100
Ovovipar 102
Ovulasi 17
Ovum 19

P

Partenogenesis 97
Partikel Subatom 175
pembelahan reduksi 5
Pembelahan sel 3
Pembuahan 70
Pencegahan Bahaya Penggunaan
Listrik 280

Penghematan Energi Listrik 276
Penis 8, 302
penulisan lambang unsur 183
Penyebaran Biji 72
Penyerbukan (Polinasi) 66
Peranan Tanah 35, 53, 93, 129,
134, 220, 249, 273
Perkecambahan 76
Perpindahan Penduduk 133
perubahan pH 143
perubahan suhu 142
perubahan warna 143
Perunggu 207
PETE 203
Plastik 203
Polyethylene Terephthalate 203
Polypropylene 204
Polystyrene 205
Polyvinyl Chloride 204
PP 204
Profase 4
Protalium 84
Proton 176
Pseudomonas aeruginosa 208
Pteridophyta 53
Pupuk urea 168
PVC 204

R

Rahim 16
Rangkaian GGL 265
Rangkaian hambatan listrik 262
Rangkaian Listrik 256
Rangkaian paralel 259
Rangkaian seri 259
Refrigerant 151
Reproduksi Aseksual 54
Reproduksi Aseksual Buatan 57
Reproduksi pada Hewan 93
Reproduksi seksual 4

Reproduksi Tumbuhan Angio-
spermae 53

Rhizoma 55

S

Sel 2

Seleksi Alam 113

Selulosa 172

Semen 11

Semi konduktor listrik 241

Servik 16

Setek 63

Sifat Keturunan Reproduksi Sek-
sual 77

Sifilis 36

sinar-X 180

Sistem reproduksi 2

Skrotum 8

Spermatogenesis 13

Spora 84

Sporofit 78

Staphylococcus aureus 208

Stolon 56

Strobilus 80

Sumber Arus Listrik 267

Sumber Energi Listrik 268

T

Telofase 4

Teori atom 176

Teori sel 4

Testis 8

Tetrahedral 202

Transmisi Energi Listrik 272

Treponema pallidum 36

Tuba fallopi 16

Tulang 208

Tumbuhan pioner 88

U

Uji nyala 198

Ultrasonografi 30

Umbi Batang 56

Umbi Lapis 56

Uretra 9

Uterus 18, 49

V

Vagina 16

Vas deferens 9

Vertikultur 89

Virus Influenza 197

Vivipar 99

Z

Zigot 26

Zookori 75

