



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2017



EDISI REVISI 2017

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Ilmu Pengetahuan Alam • Kelas VIII SMP/MTs • Semester 1



SMP/MTs
KELAS
VIII
SEMESTER 1



EDISI REVISI 2017

ILMU PENGETAHUAN ALAM



SMP/MTs
KELAS

VIII

SEMESTER 1

Hak Cipta © 2017 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

Disklaimer: Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan “dokumen hidup” yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini. Dalam rangka meningkatkan mutu buku, masyarakat sebagai pengguna buku diharapkan dapat memberikan masukan kepada alamat penulis dan/atau penerbit dan laman <http://buku.kemdikbud.go.id> atau melalui email buku@kemdikbud.go.id.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

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

Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.

xx, 324 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VIII Semester 1

ISBN 978-602-282-314-8 (Jilid Lengkap)

ISBN 978-602-282-317-9 (Jilid 2a)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran

I. Judul

II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis

: Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari, Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah, Zenia L. Kurniawati, Fatia Rosyida, dan Mar'atus Sholihah.

Penelaah

: Ana Ratna Wulan, Herawati Susilo, I Made Padri, Dadan Rosana, Enny Ratnaningsih, Maria Paristiowati, dan Ahmad Mudzakir.

Pereview

: Farikhah A idah

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

Cetakan Ke-1, 2014 ISBN 978-602-1530-64-1 (Jilid 2)

Cetakan Ke-2, 2017 (Edisi Revisi)

Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi peserta didik 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, beberapa 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 peserta didik 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 peserta didik SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VIII 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 dapat 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 peserta didik 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 peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, peserta didik diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik 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, Februari 2017

Tim Penulis



Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Penerbitan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel.....	xiii
Petunjuk Penggunaan Buku	xv
Bab 1 Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar ...	1
A. Konsep Gerak.....	2
1. Gerak Lurus	4
2. Gaya.....	10
3. Hukum Newton.....	11
B. Sistem Gerak Manusia.....	23
1. Rangka	23
2. Sendi.....	29
3. Otot.....	33
4. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak dan Upaya Mencegah serta Mengatasinya	39
5. Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Gerak pada Manusia	43
C. Sistem Gerak pada Hewan.....	44
1. Gerak Hewan dalam Air	46
2. Gerak Hewan di Udara	47
3. Gerak Hewan di Darat.....	48
D. Sistem Gerak pada Tumbuhan	49
1. Gerak Endonom	52
2. Gerak Higroskopis.....	53
3. Gerak Esionom	54
Uji Kompetensi	66
Bab 2 Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan	
Sehari-hari.....	75
A. Usaha.....	76
B. Pesawat Sederhana.....	80



1. Jenis-jenis Pesawat Sederhana	81
2. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Sistem Gerak Manusia	90
Uji Kompetensi	99

Bab 3 Struktur dan Fungsi Tumbuhan 105

A. Struktur dan Fungsi Akar, Batang, Daun, dan Bunga 107

1. Struktur dan Fungsi Akar	109
2. Struktur dan Fungsi Batang	111
3. Struktur dan Fungsi Daun	113
4. Struktur dan Fungsi Bunga	117
5. Struktur dan Fungsi Buah dan Biji	118

B. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan 119

1. Jaringan Meristem	119
2. Jaringan Dewasa	122
3. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Akar.....	127
4. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Batang.....	131
5. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Daun	134

C. Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Jaringan Tumbuhan..... 136

1. Panel Surya (<i>Solar Cell</i>)	136
2. Sensor Cahaya	139
3. Lapisan Pelindung dan Pengilap	140
4. Alat Pemurnian Air	141

Uji Kompetensi 149

Bab 4 Sistem Pencernaan Manusia 155

A. Nutrisi 156

1. Kebutuhan Energi.....	159
2. Jenis Nutrisi.....	164

B. Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia 180

1. Organ Pencernaan Utama.....	181
2. Organ Pencernaan Tambahan.....	188

C. Gangguan pada Sistem Pencernaan dan Upaya untuk Mencegah atau Menanggulangnya..... 192

1. Obesitas	193
2. Karies Gigi.....	194
3. Mag (Gastritis)	194
4. Hepatitis.....	195
5. Diare	196



6. Konstipasi	196
7. Gejala Kekurangan Vitamin	197
8. Gejala Kekurangan Mineral.....	197
Uji Kompetensi	204
Bab 5 Zat Aditif dan Zat Adiktif	209
A. Zat Aditif	211
1. Pewarna	213
2. Pemanis	219
3. Pengawet.....	221
4. Penyedap.....	222
5. Pemberi Aroma	223
6. Pengental	224
7. Pengemulsi	225
B. Zat Adiktif	227
1. Jenis-jenis Zat Adiktif.....	227
2. Dampak Penggunaan Zat Adiktif bagi Kesehatan.....	232
C. Upaya Pencegahan Diri dari Bahaya Narkoba	237
Uji Kompetensi	249
Bab 6 Sistem Peredaran Darah Manusia.....	253
A. Struktur dan Fungsi Sistem Peredaran Darah.....	255
1. Darah.....	255
2. Jantung dan Pembuluh Darah.....	263
B. Gangguan atau Kelainan pada Sistem Peredaran Darah dan Upaya untuk Mencegah serta Menanggulangnya	272
1. Jantung Koroner	272
2. Stroke	275
3. Varises.....	275
4. Anemia.....	276
5. Hipertensi dan Hipotensi	277
Uji Kompetensi	283
Informasi Pelaku Penerbitan	287
Daftar Pustaka	301
Glosarium	306
Indeks	319
Catatan	324



Daftar Gambar

Gambar

1.1	Set Percobaan <i>Ticker Timer</i>	3
1.2	Ilustrasi Jarak Rumah ke Sekolah	4
1.3	Jarak dan Waktu Tempuh Seorang Atlet yang Sedang Berlari	5
1.4	Perubahan Kelajuan pada Mobil yang Sedang Melaju	5
1.5	Alat <i>Global Positioning System</i> (GPS) pada Mobil.....	6
1.6	Perubahan Kecepatan Mobil saat Menjauhi Lampu Hijau dan Mendekati Lampu Merah.....	8
1.7	Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Peserta Didik sedang Mendorong Meja	11
1.8	Percobaan Kelembaman Suatu Benda.....	12
1.9	Sabuk Pengaman Wajib Digunakan saat Berada di dalam Mobil yang sedang Melaju.....	13
1.10	Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 100 g.....	14
1.11	Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 2×100 g	14
1.12	Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Salah Satu Beban di Atas Kereta	14
1.13	Rangkaian Balok, Katrol, dan Tali.....	16
1.14	Benda yang Ditarik dengan Gaya Tertentu	17
1.15	Roket	17
1.16	Pasangan Gaya Aksi dan Reaksi.....	18
1.17	Gaya yang Bekerja pada Balok yang Terletak di Atas Meja.....	18
1.18	Gaya yang Bekerja pada Burung Saat Terbang.....	20
1.19	Berbagai Jenis Olahraga, (a) Sepak Bola, (b) Basket, (c) Golf.....	22
1.20	Tenda dan Kerangkanya.....	23
1.21	Sistem Rangka Manusia.....	24
1.22	Struktur Tulang Manusia	25
1.23	Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya	27
1.24	Proses Osifikasi Tulang	28
1.25	Sendi yang Tidak Dapat Digerakkan (Sendi Mati).....	29
1.26	Sendi Peluru.....	30
1.27	Komponen Penyusun Sendi Diartrosis	30
1.28	Sendi Engsel	31
1.29	Sendi Putar	31

1.30 Sendi Pelana	31
1.31 Sendi Geser	32
1.32 Otot pada Manusia.....	33
1.33 Kondisi Otot pada saat Berkontraksi dan Relaksasi.....	35
1.34 Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia	37
1.35 Mekanisme Kerja dari Otot Bisep dan Otot Trisep	39
1.36 Kaki Penderita Riketsia jika Dilihat Menggunakan X-ray.....	39
1.37 Matriks Tulang Normal dan Osteoporosis.....	40
1.38 Kondisi Tangan Penderita Arthritis.....	41
1.39 Jenis-jenis Patah Tulang	41
1.40 Struktur Tulang Penderita Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis	42
1.41 Kecepatan Gerak Berbagai Jenis Hewan	45
1.42 (a) Ikan Berenang Menghindari Serangan Anjing Laut, (b) Burung Elang Terbang untuk Menangkap Ikan di Danau	45
1.43 Hewan yang Memanfaatkan Sifat Tegangan Permukaan Air, (a) Nyamuk yang Sedang Bertelur, (b) Anggang-anggang	47
1.44 Sayap Pesawat dibuat dengan Prinsip Menyerupai Sayap Burung.....	47
1.45 Tumbuhan Putri Malu (<i>Mimosa pudica</i>).....	49
1.46 (a) Tumbuhan <i>Hydrilla verticillata</i> , (b) Gerak Siklosis pada Daun <i>Hydrilla verticillata</i>	52
1.47 Contoh Buah Polong yang Membuka, (a) Kacang Kedelai (<i>Glycine max</i>), (b) Buah Cangkring (<i>Erythrina variegata</i>), (c) Buah Biduri (<i>Asclepias gigantea</i>).....	53
1.48 Pertumbuhan Tanaman Menuju Arah Datangnya Cahaya	54
1.49 Pertumbuhan Akar Jagung	55
1.50 Sultur Tumbuhan yang Melilit pada Batang	56
1.51 Serbuk Sari Menempel di Kepala Putik Selanjutnya Berkecambah Membentuk Buluh Serbuk dan Bergerak Menuju Sel Telur	57
1.52 Gerak Fototaksis pada <i>Euglena viridis</i>	57
1.53 Gerak pada Daun Tumbuhan Kacang	58
1.54 Bunga Pukul Empat (<i>Mirabilis jalapa</i>)	59
2.1 Katrol Tetap Tunggal	81
2.2 Beberapa Jenis Katrol.....	81
2.3 Katrol Majemuk	82
2.4 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada Sepeda Motor	83
2.5 Contoh Bidang Miring: Sekrup	83
2.6 Benda di Bidang Miring	84
2.7 (a) Kertas Berbentuk Segitiga, (b) Posisi Kertas dan Paku	85
2.8 Posisi Lengan Kuasa dan Lengan Beban	86
2.9 Set Percobaan Kesetimbangan Pengungkit	88
2.10 (a) Seseorang Mengangkat Barbel, (b) Posisi Lengan Kuasa, Lengan Beban, dan Penumpu pada Tangan Saat Mengangkat Barbel.....	90
2.11 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Beberapa Kegiatan Tubuh Manusia	91



2.12	Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Saat Bermain Bulutangkis.....	92
3.1	Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i>)	106
32	Sistem Perakaran Tumbuhan (a) Akar Serabut, (b) Akar Tunggang	109
3.3	(a) Akar Penyimpan Cadangan Makanan pada Singkong, (b) Akar Napas pada Tumbuhan Bakau.....	110
3.4	Perbedaan Struktur Luar Batang Monokotil dan Dikotil, (a) Batang Bambu, (b) Batang Pohon Srikaya	111
3.5	Tumbuhan yang Menyimpan Cadangan Makanan di Batang, (a) Tebu, (b) Kentang, (c) Rimpang Kunyit.....	112
3.6	Perbedaan Struktur Luar Daun Monokotil dan Dikotil, (a) Daun Pepaya (Peruratan Menjala), (b) Daun Jagung (Peruratan Sejajar)	113
3.7	Percobaan Sachs: (a) Daun yang Ditutup Aluminium Foil, (b) Daun yang Dilayukan pada Air Mendidih, (c) Klorofil yang dilarutkan dalam Alkohol, (d) Daun yang Sudah Ditetesi Larutan Iodium (Iod KI).....	115
3.8	Tanaman Kaktus	116
3.9	Struktur Bunga.....	117
3.10	Buah Mangga	118
3.11	Struktur Putik.....	118
3.12	Jaringan Meristem di Ujung Batang	120
3.13	Jaringan Meristem Sekunder.....	120
3.14	Lingkaran Tahun.....	121
3.15	Nanas kerang (<i>Rhoeo discolor</i>)	122
3.16	Pembuatan Irisan Paradermal Daun	123
3.17	(a) Jaringan Epidermis dan Stomata pada Tumbuhan <i>Rhoeo discolor</i> , (b) Sisik pada Durian yang Merupakan Modifikasi dari Epidermis Durian.....	125
3.18	Jaringan Parenkim pada Umbi Kentang.....	125
3.19	(a) Jaringan Kolenkim pada Batang Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i>), (b) Jaringan Sklereid pada Buah Pir	126
3.20	Jaringan Xilem dan Floem.....	127
3.21	Penampang Membujur Akar	129
3.22	Penampang Melintang Akar, (a) Akar Tumbuhan Dikotil, (b) Akar Tumbuhan Monokotil.....	130
3.23	Lapisan Endodermis dan Pita Kaspari	131
3.24	Penampang Melintang Batang, (a) Batang Monokotil, (b) Batang Dikotil	133
3.25	Penampang Melintang Daun	134
3.26	Stomata pada Daun <i>Rhoeo discolor</i>	135
3.27	Reaksi Pengubahan Energi Cahaya menjadi Energi Kimia dalam Proses Fotosintesis di Daun	137
3.28	Panel Surya dan Komponen Penyusunnya, Mengubah Energi Cahaya menjadi Energi Listrik	



3.29 (a) Tanaman Ivy yang Merambat pada Bangunan,(b) Panel Solar Ivy	138
3.30 Lampu Jalanan dan Sensor Cahaya (<i>Light-Dependent Resistor</i>)	139
3.31 Kaktus di Gurun dan Stomata	140
3.32 Lapisan Pelindung, (a) Lapisan Pelindung (Kutikula) pada Daun Tumbuhan, (b) Perbandingan Mobil Sebelum dan Sesudah dilapisi Pelindung yang terbuat dari Wax (Lilin).....	141
3.33 Eceng Gondok dan Jalur Penyerapan Air serta Partikel Lainnya	141
3.34 Alat Pemurnian Air	142
3.35 (a) Gedung Esplanade, (b) Buah Durian	142
4.1 Peserta Didik Memilih Makanan.....	157
4.2 Makanan yang Berfungsi sebagai Sumber Energi, (a) Nasi, (b) Roti, (c) Pisang.....	159
4.3 Kalorimeter, Alat untuk Mengukur Jumlah Kalori dalam Makanan	160
4.4 Pemeriksaan Kadar Gula Darah	166
4.5 Lemak, (a) Minyak dari Biji-bijian, Contoh Lemak Tak Jenuh, (b) Margarin, Contoh Lemak Jenuh.....	166
4.6 Sumber Protein.....	169
4.7 Buah dan Sayur sebagai Sumber Berbagai Vitamin	173
4.8 Bahan Makanan Sumber Mineral (a) Telur, (b) Susu, (c) Kacang panjang, (4) Buah Jeruk	177
4.9 Persentase Air dalam Tubuh Manusia	178
4.10 Pencernaan Mekanik dan Pencernaan Kimiawi.....	181
4.11 Organ Penyusun Sistem Pencernaan Manusia.....	181
4.12 Rongga Mulut	182
4.13 Esofagus dan Gerakan Peristaltik.....	183
4.14 Struktur Lambung pada Manusia	184
4.15 Struktur Usus dan Bagian-bagiannya.....	184
4.16 Struktur Bagian dalam Usus.....	186
4.17 Struktur Usus Besar pada Manusia	187
4.18 Tekanan pada Organ Pencernaan Manusia.....	188
4.19 Beberapa Kelenjar Pencernaan.....	188
4.20 Karies Gigi.....	194
4.21 Luka pada Lambung.....	195
4.22 (a) Orang yang Mengalami <i>Jaundice</i> , (b) Kondisi Hati Penderita Hepatitis, Sirosis, dan Kanker Hati	195
5.1 Makanan dan Minuman merupakan Anugerah Tuhan.....	210
5.2 Berbagai Jenis Kue yang Menggunakan Pewarna.....	213
5.3 Pewarna Alami, (a) Daun Pandan, (b) Buah Stroberi, (c) Buah Naga	216
5.4 Pewarna Makanan Buatan yang Telah Diizinkan Pemakaiannya	218
5.5 Pemanis Alami, (a) Gula Pasir, (b) Gula Kelapa.....	219
5.6 (a) Roti Tawar, (b) Roti Tawar yang Sudah Berjamur	221
5.7 Kuah Bakso yang Dibuat dari Kaldu Daging Sapi	222
5.8 Kue Pai dengan Aroma Buah Murbei.....	224



5.9 (a) Tepung Pati, (b) Kuah Capcai dengan Pengental Larutan Pati	224
5.10 (a) Mayones, (b) Mentega	225
5.11 (a) Morfin, (b) Metadon dalam Kemasan serta Struktur Kimianya.....	228
5.12 Nitrazepam dalam Bentuk Tablet dan Struktur Kimianya	229
5.13 Daun Tembakau dan Struktur Senyawa Nikotin yang Terkandung Di dalamnya	231
5.14 (a) Minuman Kopi, (b) Minuman Teh	231
5.15 Berbagai Senyawa Kimia dalam Rokok.....	235
5.16 Rangkaian Percobaan Bahaya Rokok.....	236
5.17 Katakan Tidak pada Narkoba.....	240
5.18 Peserta Didik Melakukan Kampanye Anti Narkoba.....	241
6.1 Anak Terjatuh dari Sepeda dan Terjadi Luka pada Lutut	254
6.2 Komponen Penyusun Darah.....	255
6.3 Sel-sel Darah	257
6.4 Proses Pembekuan Darah	260
6.5 Antigen (Aglutinogen) dan Antibodi (Aglutinin) pada Darah	261
6.6 Bagian-bagian Jantung	264
6.7 (a) Pacu Jantung, Nodus Sinoatrial, (b) Pacu Jantung yang Dipasang pada Tubuh Seseorang, (c) Alat Pacu Jantung	265
6.8 Pembuluh Darah	266
6.9 Peredaran Darah Manusia	267
6.10 Menghitung Frekuensi Denyut Jantung	268
6.11 Penyumbatan pada Arteri Koroner	273
6.12 Penyumbatan Arteri dalam Otak oleh Lemak.....	275
6.13 Pelebaran Vena pada Kaki	276
6.14 Perbandingan Jumlah Sel Darah Merah dalam Kondisi Normal dengan Penderita Anemia.....	277



Daftar Tabel

Tabel

1.1 Waktu dan Jarak Tempuh Bersepeda.....	7
1.2 Waktu dan Jarak Tempuh Mobil	9
1.3 Hasil Percobaan Hukum II Newton.....	15
1.4 Hubungan antara Massa dan Percepatan.....	15
1.5 Hubungan Hukum Newton dengan Peristiwa Sehari-hari	20
1.6 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran	27
1.7 Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari.....	32
1.8 Pengamatan Tumbuhan Putri Malu	50
1.9 Data Hasil Identifikasi Jenis Gerak Tumbuhan	60
1.10 Pernyataan untuk Refleksi Terkait Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda	61
1.11 Contoh Benda Bergerak dan Jenis Gaya yang Memengaruhinya.....	72
2.1 Pernyataan terkait Usaha	77
2.2 Kegiatan Sehari-hari dan Pesawat Sederhana yang Digunakan sebagai Alat Bantu	80
2.3 Jenis Pengungkit yang Dikelompokkan Berdasarkan Letak Titik Tumpu, Lengan Kuasa, dan Lengan Beban	86
2.4 Data Hasil Pengamatan Syarat Kesetimbangan Pengungkit.....	89
2.5 Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari.....	93
3.1 Tumbuhan yang Akarnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi...	110
3.2 Tumbuhan yang Batangnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi.....	112
3.3 Pengamatan Struktur Jaringan Penyusun Tubuh Tumbuhan.....	124
3.4 Hasil Pengamatan Struktur Akar Tumbuhan	128
3.5 Hasil Pengamatan Struktur Batang Tumbuhan	132
3.6 Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Struktur dan Fungsi Tumbuhan.....	144
4.1 Data Komposisi Bahan Makanan	158
4.2 Jumlah Kalori yang Dibutuhkan pada Beberapa Aktivitas	161
4.3 Kebutuhan Energi Sehari-hari.....	163
4.4 Tingkat Aktivitas.....	163
4.5 Daftar Menu Makanan dan Perkiraan Energi.....	163



4.6	Kandungan Lemak pada Beberapa Jenis Makanan	168
4.7	Berbagai Jenis Reagen untuk Mengetahui Nutrisi dalam Bahan Makanan	170
4.8	Jenis Vitamin, Sumber, dan Manfaatnya.....	173
4.9	Data Hasil Percobaan Uji Kandungan Vitamin C pada Buah	176
4.10	Berbagai Mineral yang Dibutuhkan Tubuh	177
4.11	Kandungan Nutrisi dari 100 Gram Cokelat.....	179
4.12	Organ Pencernaan, Enzim dan Zat Kimia yang Dihasilkan serta Fungsinya.....	192
4.13	Kriteria Indeks Massa Tubuh (IMT).....	193
4.14	Gejala Kekurangan Vitamin.....	197
4.15	Gejala Kekurangan Mineral pada Tubuh	197
4.16	Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Sistem Pencernaan Manusia	199
5.1	Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman	213
5.2	Hasil Percobaan Menyelidiki Pewarna Alami dan Buatan pada Makanan atau Minuman.....	215
5.3	Jenis-jenis Pewarna Alami	216
5.4	Jenis-jenis Pewarna Buatan yang Dapat Digunakan dalam Makanan atau Minuman	217
5.5	Jenis-jenis Pewarna Buatan yang Dilarang Digunakan dalam Makanan atau Minuman	218
5.6	Perbandingan Tingkat Kemanisan Pemanis Buatan	220
5.7	Bahan Pengawet dan Penggunaannya.....	222
5.8	Hasil Identifikasi Zat Aditif dalam Makanan dan Minuman	226
5.9	Pertanyaan/Pernyataan untuk Refleksi Terkait Zat Aditif dan Zat Adiktif	244
6.1	Karakteristik Jenis-jenis Sel Darah Putih.....	259
6.2	Karakteristik Golongan Darah A, B, AB, dan O.....	261
6.3	Golongan Darah Resipien dan Donor	262
6.4	Perbedaan Pembuluh Arteri dan Vena.....	266
6.5	Frekuensi Nadi Jantung pada Beberapa Aktivitas Fisik dengan Intensitas yang Berbeda	269
6.6	Pertanyaan untuk Refleksi Terkait Sistem Peredaran Darah Manusia.....	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 memerhatikan 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, ketakwaan, dan hal-hal di lingkungan yang berkaitan dengan materi agar kamu tertarik untuk mempelajari materi yang akan disajikan.

Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kita telah diberi tangan dan kaki, sehingga kita dapat dengan mudah mengambil barang-barang yang kita butuhkan atau bergerak menuju suatu tempat yang kita inginkan. Ketika kita bergerak menuju suatu tempat, tentu kita akan melintasi suatu lintasan dengan kecepatan tertentu dan memerlukan waktu tertentu pula. Tahukah kamu bagaimana hubungan antarketiganya? Pernahkah kamu berpikir bagaimana kaki dan tangan, maupun organ tubuhmu yang lain dapat bergerak? Agar mengetahuinya, ayo pelajari bab ini dengan penuh antusias!



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.

Ayo, Kita Pelajari

- Gerak lurus
- Gaya
- Hukum Newton

Istilah Penting

- Gerak
- Gerak lurus
- Jarak
- Perpindahan
- Kecepatan
- Kelajuan
- Gaya

Mengapa Penting?

Memelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep dasar tentang gerak dan aplikasinya dalam kehidupan.

Fitur ini memberikan landasan pentingnya mempelajari materi yang akan dipelajari.

Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Percobaan Gerak Lurus (GLB)

Apa yang kamu perlukan?

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. Ticker timer
4. Pita kertas

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?

Sendi tidak dapat terlepas jika digunakan karena pertemuan antara dua tulang tersebut diikat oleh ligamen. Selain itu, ligamen juga berfungsi agar sendi kita dapat bergerak dengan fleksibel. Ligamen adalah jaringan yang berbentuk pita dan tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Perhatikan Gambar 1.27!

Pada sendi diartrosis, bagian ujung tulang penyusun sendi dilapisi oleh kartilago. Fungsi kartilago ini adalah menjaga agar tidak terjadi benturan

Sumber: Berwald et al. 2007
Gambar 1.27 Komponen Penyusun Sendi Diartrosis

Ayo, Kita Pikirkan!

Percobaan yang telah kamu lakukan sebelumnya adalah salah satu kegiatan yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran. Coba pikirkan gerakan apa yang dapat dilakukan oleh tubuhmu yang melibatkan otot tersebut!

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 Selesaikan

1. Lengkapi *double bubble map* tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan berikut!

Berkaitan dengan jarak tempuh

Satuan: $\frac{m}{s}$

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

Berbeda dengan ikan dan hewan yang hidup di dalam air, bebek dapat terapung di atas air karena memanfaatkan prinsip tegangan permukaan air. Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antarmolekul-molekul air. Selain nyamuk, anggang-anggang juga memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air. Perhatikan Gambar 1.43!

Ayo, Kita Cari Tahu

Selain gerak siklosis pada sitoplasma suatu sel, carilah contoh gerak endonom yang lain bersama kelompokmu!

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

Ayo, Kita Renungkan

Setiap makhluk hidup diberikan kemampuan untuk bergerak oleh Tuhan Yang Maha Esa. Dengan bergerak, kamu dapat melakukan berbagai aktivitas. Tuhan sudah menunjukkan kekuasaan-Nya dengan memberi kemampuan bergerak pada makhluk hidup. Ternyata yang dapat melakukan gerak tidak hanya makhluk hidup saja, bahkan benda tak hidup pun dapat bergerak dengan menggunakan konsep gerak pada makhluk hidup. Contoh benda mati yang dapat bergerak dengan konsep pada makhluk hidup adalah pesawat terbang. Pesawat terbang dapat bergerak

Rangkuman

- Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda.
- Gerak Lurus dibedakan menjadi dua, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).
- Gerak Lurus Beraturan (GLB) terjadi apabila kecepatan gerak suatu benda konstan.
- Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) terjadi apabila suatu benda bergerak dengan percepatan yang konstan.
- Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda.
- Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan benda yang dikenai.

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.





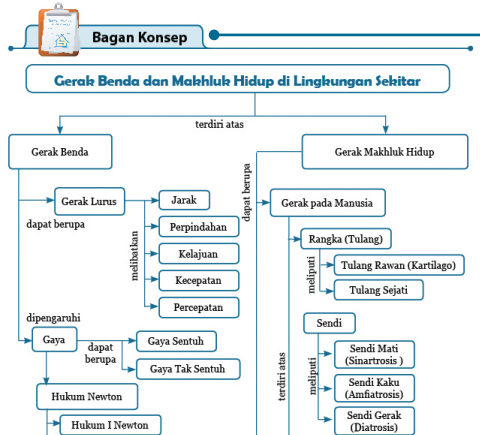
Ayo, Kita Diskusikan

Saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam (20 m/s) diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 sekon dengan proses perubahan seperti dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Waktu dan Jarak Tempuh Mobil

V_0 (m/s)	t (s)	V (m/s)
-------------	---------	-----------

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.



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



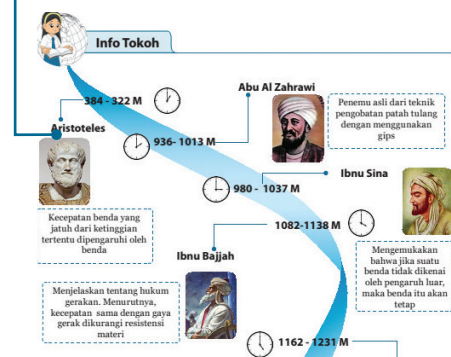
Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Salah satu fungsi sistem rangka adalah melindungi organ internal. Pada tubuh manusia tulang yang melindungi jantung dan paru-paru serta otak secara berturut-turut adalah tulang
 - belakang dan rusuk
 - rusuk dan tengkorak
 - tengkorak dan rusuk
 - belakang dan tengkorak

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

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

Mengidentifikasi Kelainan atau Penyakit pada Sistem Gerak

- **Permasalahan**
Saat ini banyak orang yang menderita kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Tetapi belum ada kegiatan sosialisasi terkait upaya menjaga kesehatan sistem gerak. Sosialisasi dapat dilakukan dengan menyebarkan artikel ataupun poster. Melalui kegiatan sosialisasi diharapkan masyarakat mengetahui upaya untuk menjaga kesehatan sistem gerak.
- **Perencanaan**
1. Buatlah perencanaan untuk mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu! Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak.

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.

Daftar Pustaka

Agarwal, V., Hans, N. dan Messeri, F.H., 2013. Effect of Allopurinol on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis, *The Journal of Clinical Hypertension*, 5(6), 435-442.

Axelrood, P. dkk. 2005. "Physical Changes to Matter", dalam *Matter. Scientist in Residence Program*.

Berwald, J. dkk. 2007. *Focus on Life Science Grade 7*. Ohio : McGraw-Hill Companies.

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.

Cullen, J. Tanpa tahun. *Student Laboratory Notebook 2nd Edition Junior Certificate Science Solutions*.

Dimitri, Paul. dkk. 2007. *Rickets*. Elsevier Ltd.

Dingrando, L. dkk. 2007. *Focus on Physical Science*. New York: McGraw-Hill Companies

Dwidjoseputro. 1986. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.

Eddleman, S. 2007. *CPO Focus on Life Science*. New Hampshire: Delta

Fitur ini berisi daftar buku, artikel, atau sumber lain yang digunakan dalam pembuatan buku. Sumber-sumber tersebut dapat dibaca lebih lanjut jika ingin mendapatkan materi yang lebih mendalam.

Glosarium

A

Absorpsi Penyerapan bahan makanan

Airfoil Bentuk dari suatu sayap pesawat yang dapat menghasilkan gaya angkat (lift) atau efek aerodinamika ketika melewati suatu aliran udara

Akar tunggang Akar vertikal utama yang berkembang dari akar embriionik dan memunculkan akar cabang

Akar Organ tumbuhan vaskuler yang menambatkan dan memungkinkan tumbuhan untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah

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

Indeks

A	C
AC (Alternating Current) 267	Cangkok 61
Adaptasi 109	
Adaptasi fisik 109	D
AIDS 37	Dampak peningkatan jumlah penduduk 134
Air Bersih 140	DC (Direct Current) 267
Air Conditioner 150	Dinamika populasi manusia 129
Anafase 4	Dormansi 76
Anemogami 68	
Anemokori 74	

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 dan peradaban 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. Tahukah Ananda, bahwa setelah pengeboman tersebut, bangsa Jepang dengan cepat memperbaiki segala kerusakan dan terus berkembang, sehingga saat ini menjadi salah satu negara maju dan mampu menciptakan berbagai teknologi yang sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia. Menurut Ananda, mengapa Perdana Menteri Jepang menanyakan mengenai jumlah guru? Tahukah Ananda, guru memiliki peran penting dalam hal perbaikan bangsa melalui pendidikan.



Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan dan kemajuan suatu bangsa. Di masa depan, Anandalah yang berperan lebih besar bagi kemajuan bangsa, melalui proses pendidikan saat ini. Ananda merupakan aktor dalam proses pendidikan. Oleh karena itu, bersungguh-sungguhlah dalam belajar. Mengapa belajar itu penting? Karena dengan belajar Ananda akan banyak mendapatkan pengetahuan dan ilmu, juga menambah keterampilan yang akan memperbanyak pengalaman Ananda. Jika Ananda telah memiliki banyak pengetahuan, ilmu, keterampilan, dan pengalaman, bagaimana selanjutnya? Ananda akan lebih mampu mengembangkan diri, mampu menciptakan inovasi-inovasi, dan tentunya Ananda akan dapat ikut berjuang dalam membangun bangsa Indonesia yang lebih maju dan sejahtera! **Selamat Belajar dan Berjuang Ananda!**



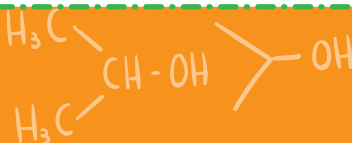
1

Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar



Sumber: Dok. Kendikbud

Pernahkah kamu berpikir mengapa benda dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Gerak seperti apa yang dilakukan oleh benda saat memperoleh gaya? Apakah lingkungan sekitar benda dapat memengaruhi gerak benda? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo kita pelajari materi tentang gerak berikut ini dengan penuh semangat!



Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena kita telah diberi tangan dan kaki, sehingga kita dapat dengan mudah mengambil barang-barang yang kita butuhkan atau bergerak menuju suatu tempat yang kita inginkan. Ketika kita bergerak menuju suatu tempat, tentu kita akan melintasi suatu lintasan dengan kecepatan tertentu dan memerlukan waktu tertentu pula. Tahukah kamu bagaimana hubungan antarketiganya? Pernahkah kamu berpikir bagaimana kaki dan tangan, maupun organ tubuhmu yang lain dapat bergerak? Agar mengetahuinya, ayo pelajari bab ini dengan penuh antusias!

A. Konsep Gerak

Ayo, Kita Pelajari



- Gerak lurus
- Gaya
- Hukum Newton



Istilah Penting

- Gerak
- Gerak lurus
- Jarak
- Perpindahan
- Kecepatan
- Kelajuan
- Gaya

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep dasar tentang gerak dan aplikasinya dalam kehidupan.

Tahukah kamu bagaimana suatu benda dikatakan bergerak? Benda dapat dikatakan bergerak apabila mengalami perubahan posisi dari suatu titik acuan. Benda yang bergerak akan melalui suatu lintasan tertentu. Lintasan dapat berupa lintasan yang lurus, melingkar atau parabola, ataupun tidak beraturan. Namun, pada bagian ini kita akan mempelajari bagaimana gerak benda pada lintasan yang lurus. Benda yang bergerak pada suatu lintasan yang lurus, melibatkan waktu, jarak, dan kecepatan. Bagaimana hubungan antara jarak dengan waktu? Bagaimana hubungan antara kecepatan dengan waktu? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!





Ayo, Kita Lakukan

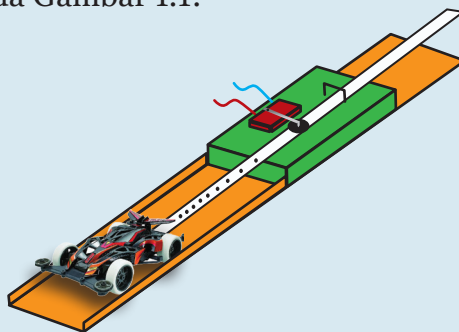
Aktivitas 1.1 Percobaan Gerak Lurus (GLB)

Apa yang kamu perlukan?

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. *Ticker timer*
4. Pita kertas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 1.1!
2. Operasikan *ticker timer*!
3. Nyalakan mesin mobil mainan kemudian lepaskan hingga menarik pita!
4. Ukurlah jarak antartitik yang terbentuk kemudian catat data tersebut pada tabel pengamatan yang kamu buat!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.1 Set Percobaan *Ticker Timer*

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Pada percobaan yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan tersebut? Apa fungsi *ticker timer* dalam percobaan tentang GLB tersebut?
2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu- y) dengan waktu (sebagai sumbu- x)!
3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu- y) dengan waktu (sebagai sumbu- x)!
4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat, a) bagaimanakah hubungan antara jarak dan waktu? b) bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



1. Gerak Lurus

Sebelum kamu mempelajari gerak lurus, perhatikan Gambar 1.2! Coba hitung berapa besar jarak dan perpindahan yang kamu lakukan saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah dan dari sekolah kembali ke rumah!



Sumber: Dok. Kemdikbud

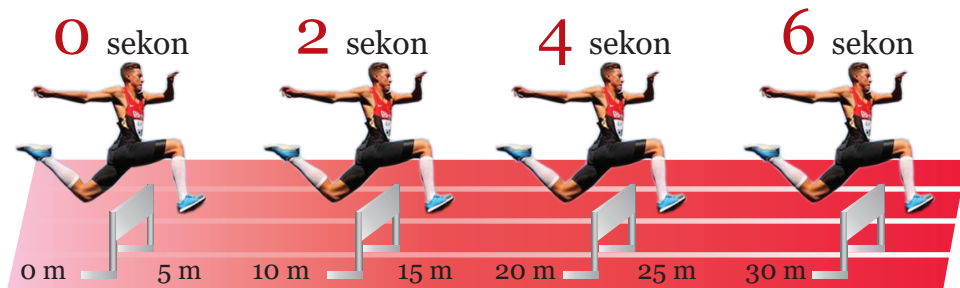
Gambar 1.2 Ilustrasi Jarak Rumah ke Sekolah

Setiap hari kamu berangkat dari rumah ke sekolah kemudian kembali lagi ke rumah. Misalnya, jika diukur jarak rumah ke sekolah 2 km, maka jarak tempuh yang kamu lakukan setiap hari adalah 4 km. Namun perpindahan yang kamu lakukan bernilai nol km. Mengapa demikian? Ada perbedaan makna antara jarak dan perpindahan. Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda, atau dengan kata lain perpindahan merupakan jarak lurus resultan dari posisi awal sampai posisi akhir.

Sekarang pikirkan perjalanan saat kamu pergi dari rumah ke sekolah. Apakah kendaraan yang kamu tumpangi melaju dengan kecepatan tetap? Bagaimana kamu dapat mengukur besar kecepatan kendaraan yang kamu tumpangi? Perhatikan Gambar 1.3! Pada tersebut tampak seorang atlet yang bergerak lurus beraturan mampu

menempuh jarak 30 meter dalam waktu 6 sekon. Dengan kata lain, atlet tersebut mampu menempuh jarak 5 meter setiap sekonnya. Kemampuan atlet dalam menempuh jarak (s) tertentu setiap sekonnya (t) disebut sebagai kelajuan atau secara matematis dapat ditulis:

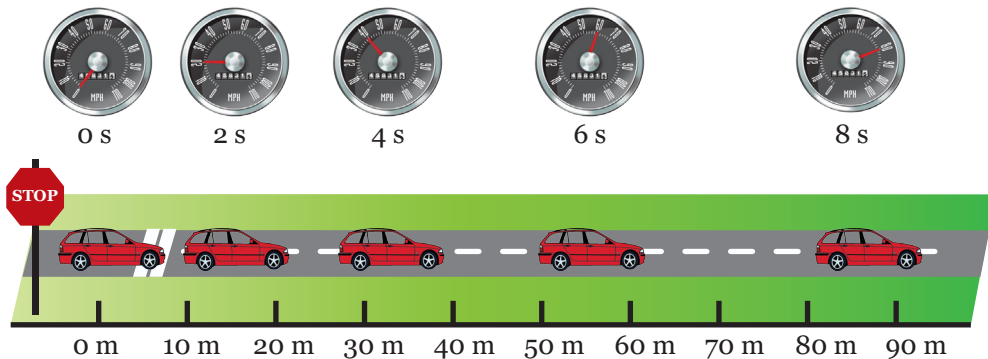
$$v = \frac{s}{t}.$$



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.3 Jarak dan Waktu Tempuh Seorang Atlet yang Sedang Berlari

Tahukah kamu bagaimana cara mengukur kelajuan kendaraan bermotor? Apakah benar dengan menggunakan *speedometer*? Ternyata, *speedometer* yang ada di kendaraan tidak mengukur kecepatan gerak, tetapi mengukur kelajuan. Perhatikan Gambar 1.4!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.4 Perubahan Kelajuan pada Mobil yang Sedang Melaju

Angka yang ditunjukkan pada *speedometer* selalu berubah-ubah. Hal ini menunjukkan kelajuan sesaat mobil yang sedang bergerak. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapatkan kamu mendefinisikan



apa yang dimaksud dengan kelajuan sesaat? Berdasarkan Gambar 1.4 dapatkah kamu menentukan kelajuan sesaat mobil pada saat 2 sekon, 4 sekon, dan 8 sekon?

Pada mobil tertentu, biasanya dilengkapi oleh alat yang disebut dengan *Global Positioning System* (GPS) untuk menginformasikan posisi, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat. Perhatikanlah Gambar 1.5, terlihat pada GPS mobil melaju dengan kelajuan yang tetap, yaitu 20 m/s atau 72 km/jam. Tahukah kamu apa artinya?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.5 *Global Positioning System* (GPS) pada Mobil

Jika kelajuan mengukur jarak tempuh, maka kecepatan mengukur perpindahan (Δs , dengan Δ adalah perubahan/selisih) gerak benda tiap satuan waktu (t).

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{t}$$

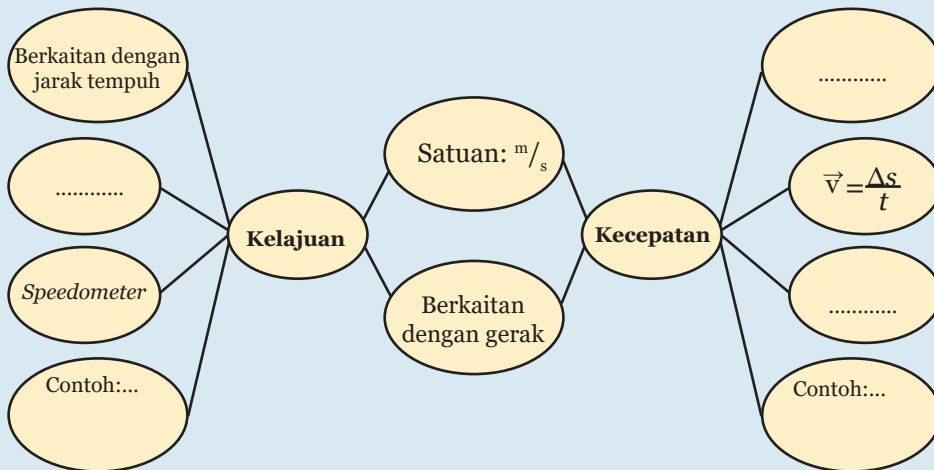
Meskipun kelajuan dan kecepatan memiliki definisi konsep yang berbeda, namun pada Gerak Lurus Beraturan (GLB) besar kecepatan dan kelajuan memiliki nilai, simbol (v), serta satuan yang sama (m/s).





Ayo, Kita Selesaikan

1. Lengkapi *double bubble map* tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan berikut!



2. Perhatikan tabel di bawah ini!

Tabel 1.1 Waktu dan Jarak Tempuh Bersepeda

Waktu (sekon)	Jarak (meter)
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

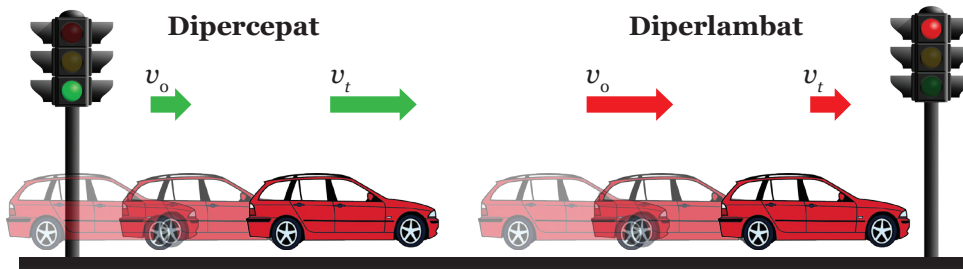
Tabel 1.1 tersebut menunjukkan besarnya jarak dan waktu yang diperlukan sepeda untuk bergerak. Coba gunakan rumus kelajuan dan percepatan untuk menghitung:

- a. Kelajuan sepeda pada sekon ke-2
- b. Kelajuan sepeda pada sekon ke-4
- c. Kelajuan sepeda pada sekon ke-5
- d. Percepatan yang dialami sepeda

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari gerak sepeda tersebut?



Saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah, kendaraan yang kamu tumpangi akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah tiap waktu. Perhatikan Gambar 1.6!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.6 Perubahan Kecepatan Mobil Saat Menjauhi Lampu Hijau dan Mendekati Lampu Merah

Gambar 1.6 menunjukkan mobil yang sedang bergerak menjauhi lampu lalu lintas akan dipercepat, sedangkan saat mendekati lampu lalu lintas akan diperlambat. Percepatan atau perlambatan mobil tersebut dengan mudah dapat diamati dari adanya perubahan besar kelajuan mobil yang ditunjukkan oleh jarum *speedometer* atau angka yang muncul pada GPS. Secara matematis, percepatan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ dengan } \Delta v = v_t - v_o$$

dengan:

a = percepatan (m/s^2)

Δv = perubahan kecepatan (m/s)

Δt = perubahan waktu (s)

v_t = kecepatan akhir (m/s)

v_o = kecepatan awal (m/s)



Ayo, Kita Diskusikan

Saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam (20 m/s) diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 sekon dengan proses perubahan seperti dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Waktu dan Jarak Tempuh Mobil

v_o (m/s)	t (s)	v_t (m/s)
20	0	20
	1	16
	2	12
	3	8
	4	4
	5	0

Berapakah perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon? Coba diskusikan dengan teman sebangkumu!

Setelah melakukan diskusi, apakah kamu telah menemukan besarnya perubahan kecepatan dalam setiap sekon? Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1.2 dapat diketahui besar perlambatan mobil sebesar 4 m/s^2 . Nilai tersebut diperoleh dari:

$$v_o = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_t = 0 \text{ km/jam} = 0 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(20 - 0)}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

Karena perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon selalu tetap, maka percepatan gerak mobil adalah tetap sehingga mobil tersebut bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Percepatan benda tidak hanya berlaku pada kendaraan yang sedang bergerak secara horizontal, tetapi juga pada benda yang bergerak secara vertikal. Semua benda yang ada di permukaan bumi mengalami gaya gravitasi bumi. Gaya gravitasi yang dimaksud adalah gaya tarik benda oleh bumi sehingga benda mengalami percepatan konstan yaitu sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$ (percepatan gravitasi). Untuk memudahkan dalam perhitungan, percepatan gravitasi bumi dibulatkan menjadi 10 m/s^2 .





Ayo, Kita Selesaikan

1. Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat beraturan hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami mobil tersebut adalah
2. Buah kelapa yang sudah tua dan matang jatuh dari pohonnya. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 , berapakah kecepatan buah kelapa setelah jatuh selama 3 sekon?

2. Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Misalnya pada plastisin, kamu dapat melempar plastisin, menghentikan lemparan (menangkap) plastisin, atau bahkan mengubah bentuk plastisin dengan memberikan gaya. Tahukah kamu, gaya apakah yang diberikan pada plastisin tersebut? Ada berapa jenis gaya yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari?

Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Misalnya, seseorang hendak memanah dengan menarik mata panah ke arah belakang (Gambar 1.7a). Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan gaya yang diberikan pada benda. Contohnya adalah gaya gesekan antara meja dengan lantai. Meja yang didorong ke depan akan bergerak ke depan, namun pada waktu yang bersamaan meja juga akan mengalami gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak meja.





(a)



(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.7 Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Peserta Didik sedang Mendorong Meja

Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan sentuhan langsung dengan benda yang dikenai. Contohnya seperti saat kita mendekatkan ujung magnet batang dengan sebuah paku besi. Seketika paku besi akan tertarik dan menempel pada magnet batang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh gaya magnet yang ditimbulkan magnet batang. Selain gaya magnet, gaya gravitasi pada orang yang sedang terjun payung juga merupakan contoh gaya tak sentuh. Lebih lanjut tentang gaya dan interaksinya terhadap gerak benda akan dibahas pada pembahasan tentang Hukum Newton tentang gerak.

3. Hukum Newton

a. Hukum I Newton

Coba pikirkan, mengapa saat berada di dalam bus yang sedang melaju kencang dan tiba-tiba bus direm badan kita akan terdorong ke depan? Mengapa pada saat berada di dalam mobil kita perlu mengenakan sabuk pengaman? Sebelum mempelajari Hukum I Newton, lakukanlah aktivitas berikut ini!





Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Sifat Kelembaman Suatu Benda

Apa yang kamu perlukan?

1. 1 lembar kertas HVS
2. 1 buah gelas

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan selembar kertas di atas meja, kemudian letakkan gelas di atas kertas tersebut (seperti pada Gambar 1.8)!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.8 Set Percobaan Kelembaman Suatu Benda

2. Tariklah kertas secara horizontal dengan perlahan. Amati apa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!
3. Tariklah kertas secara horizontal dengan sekali hentakan yang cepat! Amati peristiwa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 2?
2. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 3?
3. Apa yang mengakibatkan perbedaan keadaan gelas akibat perlakuan nomor 2 dan 3?
4. Berapa besar resultan gaya pada benda diam?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Pada percobaan sifat kelembaman suatu benda, kamu menemukan fakta bahwa gelas akan tetap diam saat kertas ditarik dengan cepat secara horizontal. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa benda memiliki kecenderungan untuk tetap mempertahankan keadaan diam atau geraknya dengan kecepatan tetap yang disebut sebagai inersia atau kelembaman benda.

Contoh lain yang menunjukkan inersia benda adalah saat kamu berada di dalam sebuah mobil yang sedang melaju kencang kemudian tiba-tiba di rem. Badan kamu akan terdorong ke depan karena badan ingin mempertahankan geraknya ke depan. Peristiwa tersebut yang pada akhirnya memunculkan ide teknologi sabuk pengaman yang dipasang di kendaraan bermotor, khususnya mobil. Perhatikan Gambar 1.9!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Newton menyatakan sifat inersia benda bahwa benda yang tidak mengalami resultan gaya ($\sum F=0$) akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan. Hal ini selanjutnya dikenal dengan Hukum I Newton.

Gambar 1.9 Sabuk Pengaman Wajib Digunakan saat Berada di dalam Mobil yang Sedang Melaju

b. Hukum II Newton

Sebelum mempelajari Hukum II Newton, lakukanlah kegiatan berikut ini!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.3 Percobaan Hukum II Newton

Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah beban 100 gram
2. 1 katrol
3. Tali 2 meter
4. 1 kereta



Apa yang harus kamu lakukan?

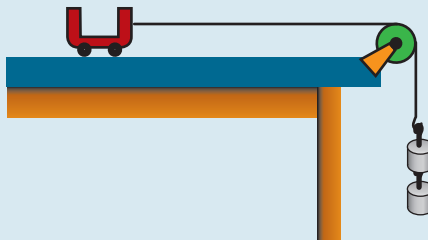
1. Percobaan I: rangkailah kereta, katrol, tali, dan beban (100 g) seperti Gambar 1.10!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.10 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 100 g

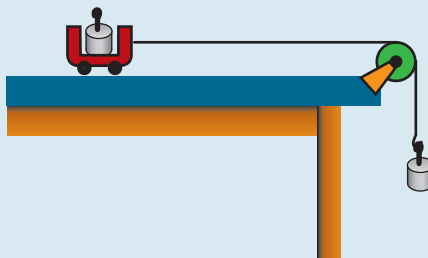
2. Amati gerak kereta!
3. Percobaan II: tambahkan beban (2×100 g) pada rangkaian percobaan seperti pada Gambar 1.11!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.11 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 2×100 g

4. Amati gerak kereta!
5. Percobaan III: pindahkan salah satu beban (100 g) yang menggantung, ke atas kereta seperti pada Gambar 1.12!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.12 Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Salah Satu Beban di atas Kereta

6. Amati percepatan gerak kereta!

Data Hasil Percobaan

Tabel 1.3 Hasil Percobaan Hukum II Newton

No Percobaan	F = Berat Beban yang Digantung (N)	m = Massa Kereta + Massa Beban (kg)	Percepatan Kereta
I			
II			
III			

Keterangan: untuk menuliskan data percepatan kereta dapat diurutkan dari yang tercepat (1), cepat (2), dan kurang cepat (3).

Apa yang perlu kamu diskusikan?

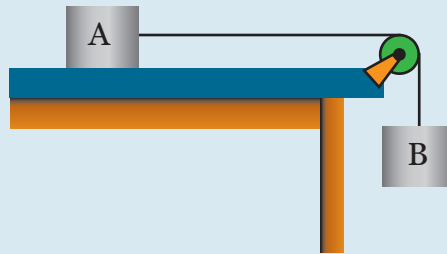
1. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan pada percobaan II dan III?
2. Bagaimana hubungan antara gaya (berat beban yang digantung) dengan percepatan sistem berdasarkan percobaan II dan III?
3. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan sistem pada percobaan I dan III?
4. Bagaimana hubungan antara massa total (massa kereta + massa beban) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan I dan III?
5. Seorang pemain sepatu roda yang massanya 50 kg meluncur dengan percepatan 4 m/s^2 pada saat resultan gayanya 200 N. Bagaimanakah gerakan pemain sepatu roda jika mengalami perubahan kecepatan seperti dalam Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Hubungan antara Massa dan Percepatan

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan (m/s^2)
200	50	4
100	50	
100	25	
	25	2
200		5

6. Balok A dan B dihubungkan dengan menggunakan tali dan katrol seperti pada Gambar 1.13.





Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.13 Rangkaian Balok, Katrol, dan Tali

Jika massa balok A sama dengan massa balok B ($m_A = m_B = m$), pilihlah jawaban yang benar dari masing-masing pertanyaan di bawah ini! (Lingkari jawaban yang benar)

- Massa sistem (A + B) adalah
[**m**] [**$2m$**]
- Gaya yang bekerja pada sistem adalah berat balok
[**A**] [**B**] [**$A+B$**]
- Gaya berat balok B adalah
[**$\frac{mg}{2}$**] [**mg**] [**$2mg$**]
- Besar percepatan sistem adalah
[**kurang dari g**] [**g**] [**lebih besar dari g**]

Ingat! Bahwa g adalah percepatan gravitasi bumi yang besarnya adalah 10 m/s^2 .

Apa yang dapat kamu simpulkan?

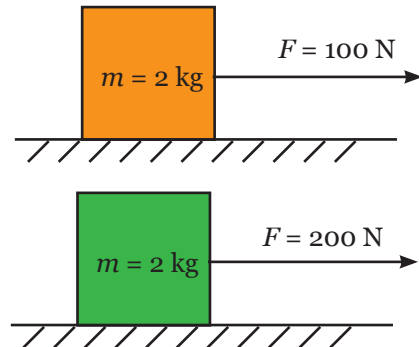
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan tentang Hukum II Newton?

Percobaan tersebut membuktikan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya atau dapat dirumuskan:

$$a \approx \frac{\sum F}{m}$$

Di dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemui fakta bahwa pada saat memindahkan balok (Gambar 1.14), akan lebih cepat jika gaya yang dikenakan semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya berbanding lurus dengan percepatan. Jadi, dengan gaya yang besar maka akan didapatkan percepatan yang lebih besar juga.

Contoh lainnya adalah saat memindahkan meja yang ringan akan lebih cepat daripada memindahkan lemari yang berat jika kita menggunakan besar gaya dorong yang sama. Hal ini disebabkan massa meja yang lebih kecil daripada massa lemari dan massa berbanding terbalik dengan percepatan benda. Semakin kecil massa benda, maka semakin besar percepatan benda tersebut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.14 Benda yang Ditarik dengan Gaya Tertentu

c. Hukum III Newton

Pernahkah kamu berpikir, bagaimana sebuah roket dapat meluncur ke angkasa? Roket yang terdorong ke atas diakibatkan oleh semburan gas ke bawah. Perhatikan Gambar 1.15! Semakin kuat semburan gas ke bawah, maka roket akan semakin cepat terdorong ke atas. Berdasarkan fakta tersebut, apa yang sebenarnya terjadi pada roket yang sedang diluncurkan? Gaya-gaya apa saja yang memengaruhi gerak roket tersebut? Apakah gaya-gaya pada gerak roket saat pertama kali diluncurkan sama seperti gaya-gaya roket saat sudah lepas dari landasannya? Untuk memahami secara rinci mengenai gerak roket, ayo diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini!



Sumber: Hans, 2013

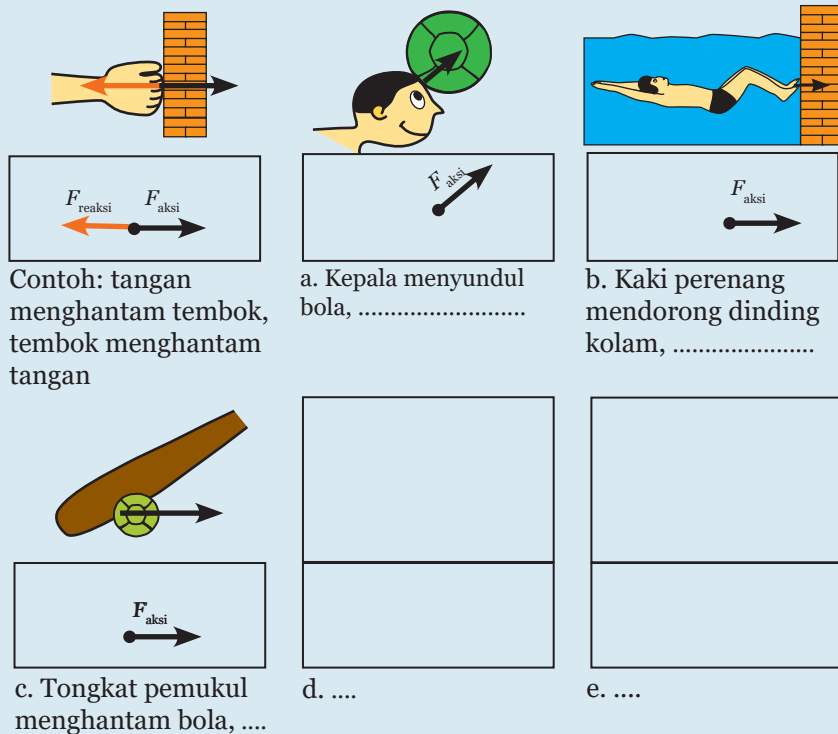
Gambar 1.15 Roket



Ayo, Kita Diskusikan

1. Perhatikan contoh yang terdapat pada Gambar 1.16! Disajikan pasangan gaya aksi – reaksi yang ditunjukkan dengan menggunakan anak panah (vektor gaya) dan keterangan gaya aksi reaksi yang bekerja pada benda. Tugasmu adalah menggambarkan anak panah untuk gaya reaksi dan menuliskan keterangan gaya reaksi yang bekerja, pada benda a sampai dengan c dan menggambarkan 2 contoh tambahan pada poin d dan e.

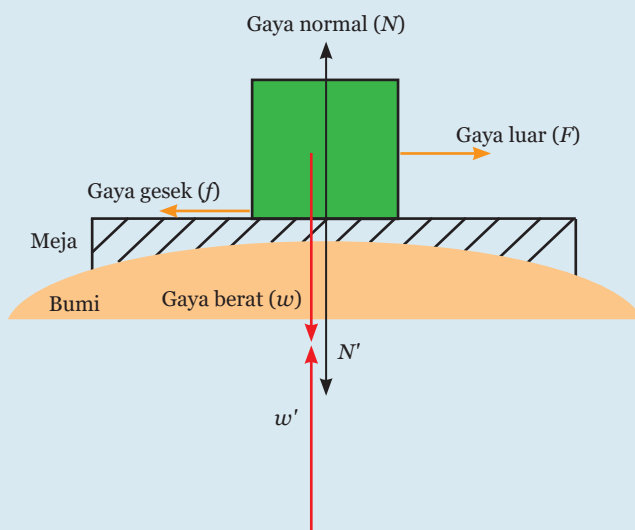




Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.16 Pasangan Gaya Aksi dan Reaksi

- Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada Gambar 1.17. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.17 Gaya yang Bekerja pada Balok yang Terletak di Atas Meja

dengan:

w = gaya pada balok oleh bumi

w' = gaya pada bumi oleh balok

F = gaya luar pada balok berupa gaya tarik

f = gaya gesek pada balok oleh meja

N = gaya normal pada balok oleh meja

N' = gaya normal pada meja oleh balok

Berdasarkan gambar tersebut pilihlah jawaban yang benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut! (Lingkari jawaban yang benar)

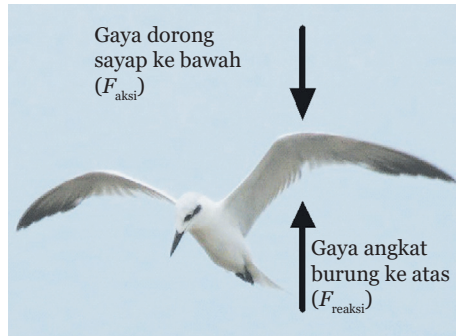
- Gaya berat (w) balok sebesar 1 N disebabkan oleh:
[bumi] [lantai]
- Lantai menahan balok dengan gaya normal N dan arah yang berlawanan dengan w . Besar N adalah:
[sama dengan w] [kurang dari w] [lebih dari w]
- Karena balok berada pada keadaan seimbang (diam), maka total gaya yang bekerja pada balok adalah:
[nol] [tidak sama dengan nol]
- Nilai N sama dengan w dan N berlawanan arah dengan w , maka N dan w merupakan **[pasangan gaya aksi – reaksi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi – reaksi]**. Hal tersebut dikarenakan pasangan gaya aksi – reaksi selalu bekerja pada **[satu benda yang sama] [dua benda yang berbeda]** dan dapat dilihat bahwa N dan w **[keduanya bekerja pada benda yang sama] [keduanya bekerja pada benda yang berbeda]**.

Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya (F_{aksi}) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya (F_{reaksi}) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau $F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$. Jadi gaya aksi reaksi selalu bekerja pada dua benda yang berbeda dengan besar yang sama. Contoh gaya aksi dan reaksi tersebut misalnya pada peristiwa orang berenang. Gaya aksi dari tangan perenang ke air mengakibatkan gaya reaksi dari air ke tangan dengan besar gaya yang sama namun arah gaya berlawanan, sehingga orang tersebut akan terdorong ke



depan meskipun tangannya mengayuh ke belakang. Karena massa air jauh lebih besar daripada massa orang, maka percepatan yang dialami orang akan jauh lebih besar daripada percepatan yang dialami air. Hal ini mengakibatkan orang tersebut akan melaju ke depan.

Tahukah kamu bahwa gerak burung terbang dapat dijelaskan dengan menggunakan hukum III Newton. Perhatikan Gambar 1.18! Burung mengepakkan sayap ke belakang untuk memberikan gaya aksi ke udara. Udara yang massanya jauh lebih besar daripada burung, memberi gaya reaksi yang nilainya sama besar dengan gaya aksi namun berlawanan arah, sehingga mengakibatkan burung dapat melaju kencang ke depan. Lalu bagaimana gerakan burung di tempat yang hampa udara? Coba pikirkan apa yang akan terjadi pada burung, diskusikan dengan temanmu! Untuk lebih memahami konsep yang ada pada Hukum I, II, dan III Newton, lakukan kegiatan berikut bersama teman-temanmu.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.18 Gaya yang Bekerja pada Saat Burung Terbang



Ayo, Kita Diskusikan

1. Lengkapi Tabel 1.5 berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Centang apakah peristiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

Tabel 1.5 Hubungan Hukum Newton dengan Peristiwa Sehari-hari

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain.				



No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satupun badak yang bergeser dari posisinya.				
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpental ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat.				
4	Seekor harimau jantan mendorong anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpental jauh.				
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas.				
6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar daripada massa tubuh anaknya.				
7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang.				
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa.				



No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket di punggungnya. Secara tiba-tiba kambing tersebut berhenti sehingga terlempar ke depan.				
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Di menit terakhir kuda yang ditungganginya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terpelempar ke depan.				

2. Jelaskan penerapan Hukum Newton pada kegiatan olahraga seperti basket, golf, senam lantai, sepak bola, dan lain-lain!



(a)



(b)



(c)

Sumber: (a) lh5.ggpht.com, (b) espn.go.com, (c) golftips.golfsmith.com

Gambar 1.19 Berbagai Jenis Olahraga, (a) Sepak Bola, (b) Basket, (c) Golf

Setelah kamu mempelajari mekanisme benda yang bergerak dan gaya-gaya yang berlaku di dalamnya, pernahkah kamu berpikir bagaimana tubuh kita dapat melakukan gerak? Agar lebih memahaminya, ayo pelajari materi berikut ini dengan saksama!



B. Sistem Gerak Manusia

Ayo, Kita Pelajari



- Rangka, sendi, dan otot
- Gangguan atau kelainan pada sistem gerak dan upaya mencegah serta mengatasinya



Istilah Penting

- Sistem rangka
- Osteoblas
- Osteosit
- Osifikasi
- Sendi
- Tulang
- Otot

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami organ-organ yang berperan dalam sistem gerak, sehingga kamu dapat menjaganya dengan baik.

1. Rangka

a. Rangka

Coba amati teman yang sedang duduk di sebelah kamu! Mengapa tubuh teman kamu itu dapat duduk dengan tegak? Apa yang membuat tubuhnya seperti itu? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan Gambar 1.20!

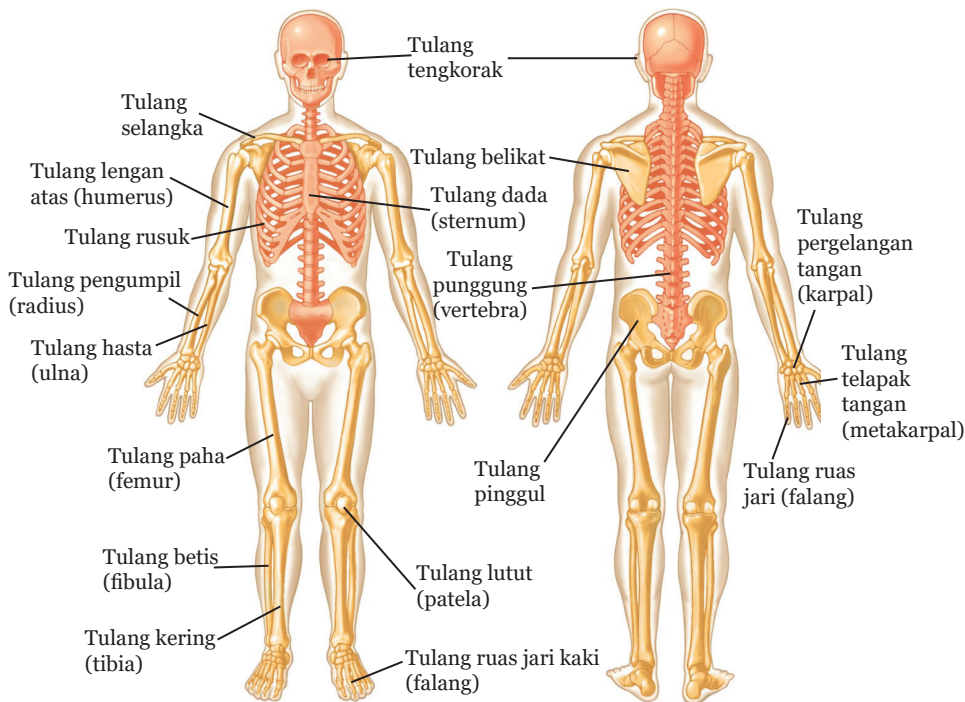


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.20 Tenda dan Kerangkanya

Apabila kamu memerhatikan Gambar 1.20, seandainya kain tenda diibaratkan sebagai otot sedangkan tiang tenda diibaratkan sebagai rangka, dapatkah kamu menyebutkan fungsi dari rangka? Perhatikan Gambar 1.21!





Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.21 Sistem Rangka Manusia

Setelah mencermati Gambar 1.21, kamu dapat mengetahui bahwa pada tubuh manusia terdapat banyak sekali jenis tulang. Misalnya, pada anggota tubuh bagian tangan terdapat 6 jenis tulang, yaitu tulang lengan atas (*humerus*), tulang pengumpil (*radius*), tulang hasta (*ulna*), tulang pangkal telapak tangan (karpal), tulang ruas jari (*falang*), dan tulang telapak tangan (*metakarpal*). Apabila dihitung, jumlah seluruh tulang tubuh manusia dewasa terdiri dari 206 tulang. Secara umum, ada empat fungsi utama tulang bagi tubuh, yaitu sebagai berikut.

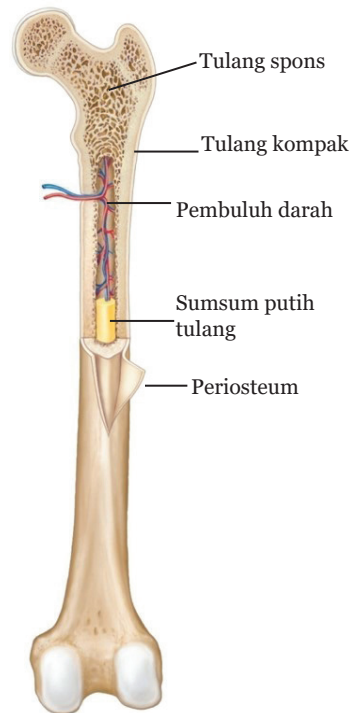
1. Memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita.
2. Melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak.
3. Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang.
4. Pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha (*femur*) tulang juga berfungsi sebagai tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.

1) Struktur Tulang

Pernahkah kamu melihat tulang paha ayam? Apakah bentuk tulang tersebut seperti pada Gambar 1.22? Apabila kita perhatikan, ternyata struktur tulang tidak halus, melainkan terdapat benjolan pada bagian ujungnya, berbentuk bulat serta terdapat titik-titik kasar pada bagian ujung, terdapat lekukan, tonjolan, dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Lekukan dan tonjolan berfungsi sebagai tempat menempelnya otot. Lubang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya pembuluh darah dan saraf.

Permukaan tulang ditutupi oleh membran yang menempel dengan kuat, membran itu disebut periosteum. Pada periosteum terdapat pembuluh-pembuluh darah kecil yang berfungsi membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Pada bagian bawah periosteum terdapat tulang kompak atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Kerasnya tulang disebabkan karena tulang mengandung zat kapur dan fosfor. Sedangkan serabut-serabut elastis mempertahankan tulang agar tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa atau tulang panjang terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang dan diisi oleh jaringan berlemak yang disebut sumsum. Sumsum merah tulang berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah dan sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang



Sumber: Shier *et al.* 2010

Gambar 1.22 Struktur Tulang Manusia



merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per sekon. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

Ujung tulang panjang ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal, lunak dan lentur, yang disebut dengan tulang rawan (*kartilago*). Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga dapat ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.



Ayo, Kita Selesaikan

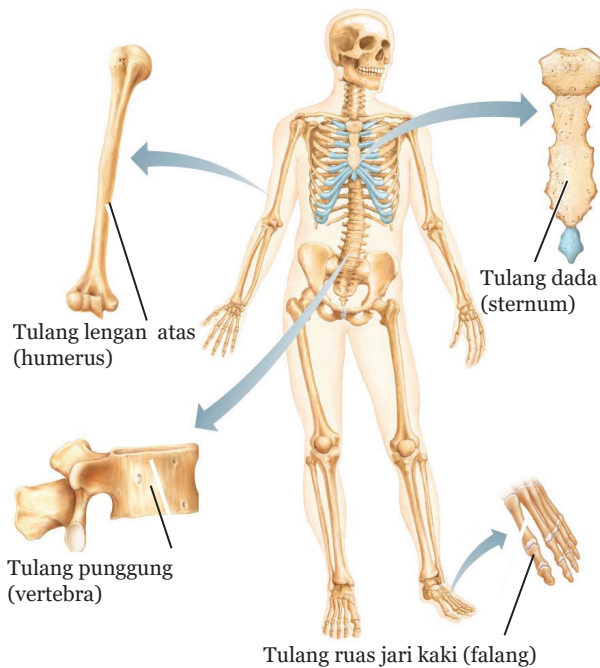
Coba pikirkan apakah tulang manusia tersusun dari materi kering seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu? Ternyata, tulang-tulang di dalam tubuh adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Sekarang kamu telah mengetahui bahwa tulang adalah materi hidup. Coba buktikan bahwa tulang yang terdapat pada tubuhmu adalah materi hidup! Kaitkan dengan ciri-ciri makhluk hidup yang telah kamu pelajari pada kelas VII?

2) Macam-Macam Tulang pada Sistem Rangka

Tahukah kamu bentuk tulang yang ada pada tangan, tulang jari dan tulang pipi? Coba sekarang rabalah tulang lengan bawah, tulang jari-jari tangan, dan tulang pipi. Kamu akan merasakan bahwa bentuk dan ukuran tulang-tulang tersebut tidak sama. Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu: (1) tulang panjang, misalnya tulang lengan (*humerus*), (2) tulang pipih, misalnya tulang dada (*sternum*), (3) tulang pendek, misalnya tulang ruas jari (*falang*), dan (4) tulang tidak beraturan, misalnya tulang punggung (*vertebra*). Agar kamu memahaminya, coba perhatikan Gambar 1.23!





Sumber: Shier, et al. 2010

Gambar 1.23 Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya



Ayo, Kita Diskusikan

Lakukan diskusi dengan temanmu, untuk mengklasifikasikan 10 jenis tulang berdasarkan ukuran dan bentuknya. Agar mempermudah kerjamu, susunlah data tersebut dalam Tabel 1.6. Jangan lupa lakukan kegiatan ini dengan cermat dan teliti agar kamu dapat melakukan klasifikasi dengan tepat.

Tabel 1.6 Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukuran

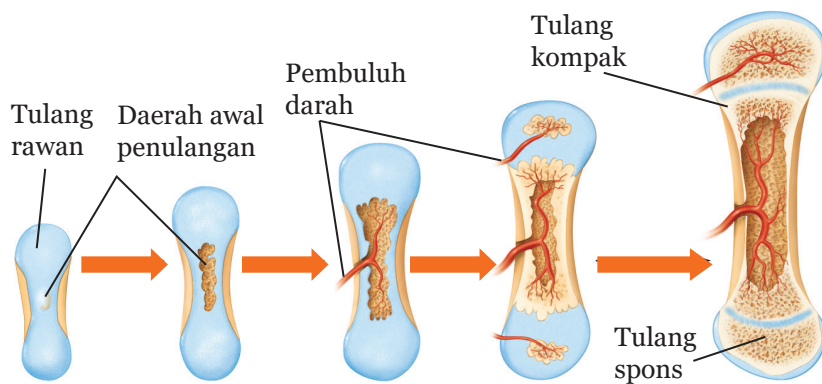
No	Nama Tulang	Jenis Tulang			
		Tulang Panjang	Tulang Pendek	Tulang Pipih	Tulang Tak Beraturan



3) Perkembangan Tulang

Tulang yang ada di tubuh kita merupakan suatu benda yang keras, meskipun demikian tulang bukan suatu benda yang memiliki ukuran tetap. Beberapa bulan sebelum kamu dilahirkan, tulang kamu tersusun dari kartilago (tulang rawan). Secara bertahap, tulang rawan akan berkembang menjadi tulang keras. Akan tetapi, pada perkembangannya tidak semua tulang rawan pada tubuh manusia menjadi tulang keras. Untuk membuktikannya, coba pegang daun telinga kamu kemudian lipatlah perlahan-lahan. Dapatkah kamu melipat daun telingamu?

Pernahkah kamu berpikir mengapa tulang pada daun telinga dapat dilipat? Tulang pada daun telinga dapat dilipat karena tulang yang terdapat pada daun telinga adalah tulang rawan. Dapatkah kamu menyebutkan contoh tulang rawan lainnya? Tulang hidung ataupun tulang rawan penyusun persendian adalah contoh tulang rawan. Tulang-tulang tersebut akan tetap menjadi tulang rawan sampai manusia menjadi tua. Pada saat janin (calon bayi yang masih ada di dalam kandungan), hampir semua tulang yang terdapat pada tubuhnya merupakan tulang rawan. Seiring dengan perkembangan janin dan setelah kelahiran, tulang rawan tersebut berkembang menjadi tulang keras. Proses perubahan tulang rawan menjadi tulang keras disebut dengan penulangan atau *osifikasi*. Agar kamu dapat memahami proses osifikasi dengan baik, perhatikanlah Gambar 1.24!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.24 Proses Osifikasi Tulang

Bagaimanakah proses osifikasi berlangsung? Proses osifikasi berawal dari tulang rawan. Tulang rawan bentuknya mirip dengan tulang dewasa. Selain itu, tulang rawan memiliki rongga yang terisi

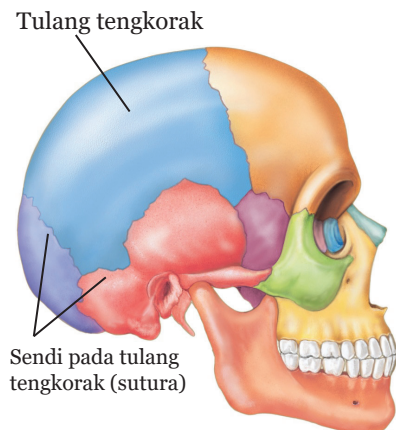
oleh *osteoblas* (sel-sel pembentuk tulang). Selanjutnya, osteoblas akan membentuk *osteosit* (sel-sel tulang). Proses osifikasi dimulai dari bagian tengah tulang rawan dan kemudian meluas ke seluruh arah sesuai dengan pertumbuhan tulang rawan. Di antara jaringan tulang yang terbentuk terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah ini akan membawa mineral seperti kalsium sehingga tulang yang terbentuk menjadi keras.

Selain mengalami osifikasi, tulang juga mengalami fusi atau penggabungan. Pada saat kamu baru lahir, jumlah seluruh tulang yang ada pada sistem rangka kamu adalah 270 tulang. Seiring bertambahnya usia beberapa tulang akan mengalami fusi, misalnya tulang tengkorak dan tulang ekor. Oleh karena itu, ketika kamu sudah dewasa, jumlah tulang penyusun sistem rangka ada 206 tulang.

2. Sendi

Sebelum kamu mempelajari materi selanjutnya, coba sekarang berdirilah. Kemudian lakukan gerakan sesuka hatimu! Coba kamu pikirkan, mengapa kamu dapat melakukan berbagai macam gerakan? Padahal tulang sebagai penyusun sistem gerak manusia sangat keras serta tidak dapat dibengkokkan. Ternyata, itu semua terjadi karena pada penyusun sistem gerak kita terdapat sendi. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.

Tahukah kamu bahwa sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang memungkinkan dilakukan? Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Perhatikan Gambar 1.25! Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Berikut ini beberapa jenis persendian yang dapat digerakkan dengan bebas.



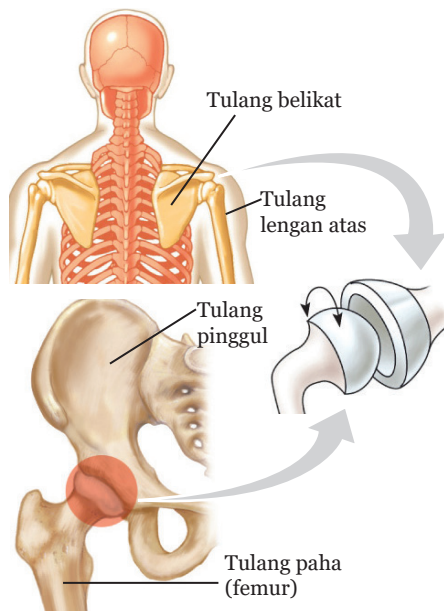
Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.25 Sendi yang Tidak Dapat Digerakkan (Sendi Mati)



a. Sendi Peluru

Sendi peluru menghubungkan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini dapat membentuk gerakan sangat bebas. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang lengan atas dan tulang belikat, serta antara tulang pinggul dan tulang paha. Adanya sendi ini memungkinkan tulang-tulang tersebut dapat diayunkan ke arah manapun. Perhatikan Gambar 1.26!



Sumber: Reece *et al.* 2012

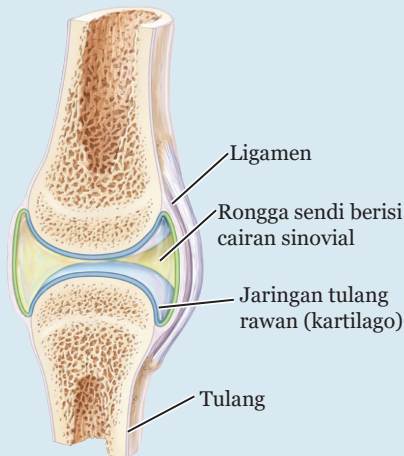
Gambar 1.26 Sendi Peluru



Tahukah Kamu?

Pertemuan antara dua tulang diikat oleh ligamen sehingga sendi tidak dapat terlepas. Selain itu, ligamen juga berfungsi agar sendi kita dapat bergerak dengan fleksibel. Ligamen adalah jaringan yang berbentuk pita dan tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang yang satu dengan tulang yang lain pada sendi. Perhatikan Gambar 1.27!

Pada sendi diartrosis, bagian ujung tulang penyusun sendi dilapisi oleh kartilago. Fungsi kartilago ini adalah menjaga agar tidak terjadi benturan atau gesekan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain yang menyusun persendian. Di dalam sendi tersebut juga terdapat cairan sinovial. Cairan ini berfungsi sebagai pelumas sendi.

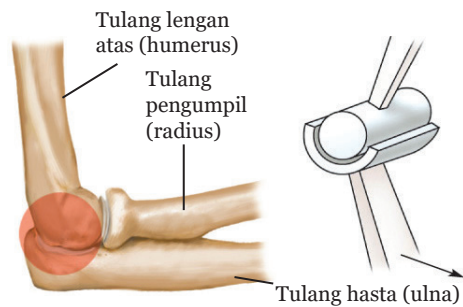


Sumber: Berwald *et al.* 2007

Gambar 1.27 Komponen Penyusun Sendi Diartrosis

b. Sendi Engsel

Tipe sendi ini mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Contoh sendi engsel antara lain sendi-sendi pada siku dan lutut. Perhatikan Gambar 1.28! Sendi ini memiliki ruang gerak yang lebih sempit dibandingkan sendi peluru.

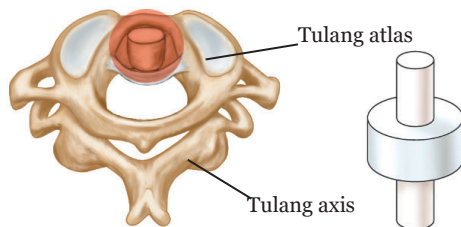


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.28 Sendi Engsel

c. Sendi Putar

Pada sendi putar salah satu tulang berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Contohnya adalah persendian yang terdapat di antara tulang tengkorak dengan tulang leher. Perhatikan Gambar 1.29! Sendi tersebut memungkinkan kepala kita dapat memutar, mengangguk, serta menggeleng.

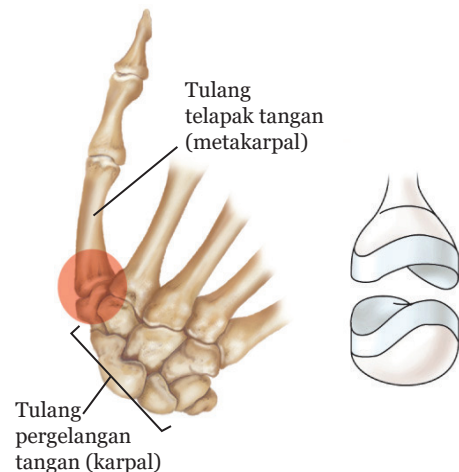


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.29 Sendi Putar

d. Sendi Pelana

Pertemuan antara dua tulang yang berbentuk seperti pelana disebut dengan sendi pelana. Sendi ini dapat menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu. Perhatikan Gambar 1.30!



Sumber: Reece *et al.* 2012

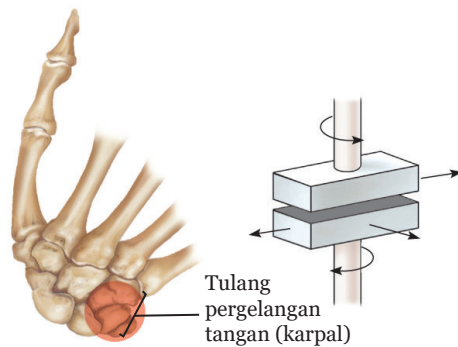
Gambar 1.30 Sendi Pelana

e. Sendi Geser

Sendi geser menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Perhatikan Gambar 1.31! Sendi



geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan, dan beberapa aktivitas lainnya.



Sumber: Reece et al. 2012

Gambar 1.31 Sendi Geser



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.4 Mengidentifikasi Sendi-sendai yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Mintalah salah satu anggota kelompokmu untuk melakukan beberapa aktivitas di bawah ini!
 - a. Menggelengkan serta menganggukkan kepala.
 - b. Memutar pergelangan tangan.
 - c. Memegang pensil dan menulis.
 - d. Berlari.
 - e. Meluruskan tangan lalu membengkokkan tangan ke atas.
2. Bersama dengan teman satu kelompokmu, identifikasilah sendi-sendi yang berperan dalam setiap aktivitas tersebut! Dalam menyelesaikan tugas ini berbagilah tugas dengan teman satu kelompokmu. Selain itu, perhatikan setiap gerakan yang dilakukan oleh temanmu dengan cermat agar kamu dapat mengidentifikasi sendi-sendi yang bekerja pada setiap aktivitas dengan tepat. Tuliskan hasilnya pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Sendi yang Bekerja pada Aktivitas Sehari-hari

No	Nama Aktivitas	Sendi yang Berperan
1		
2		
dst.		

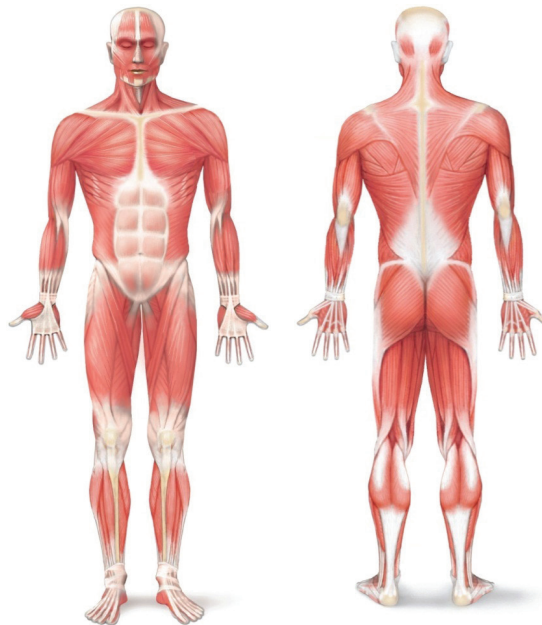


3. Otot

Sebelumnya kamu telah mempelajari tentang struktur dan macam-macam tulang penyusun rangka manusia. Coba sekarang kamu pikirkan, apakah tulang-tulang penyusun rangka tubuh manusia dapat digerakkan tanpa adanya bagian lainnya? Agar kamu dapat menjawab pertanyaan tersebut simaklah pembahasan berikut ini!

a. Fungsi Otot

Tanpa otot, tulang dan sendi yang terdapat di tubuhmu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuh adalah jaringan otot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.32. Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu, gerakan tersebut terjadi karena adanya kerja dari otot. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.



Sumber: Marieb *et al.* 2012

Gambar 1.32 Otot pada Manusia





Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.5 Mengamati Diameter Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Meteran (yang biasa digunakan oleh penjahit), jika kamu tidak memilikinya, boleh menggunakan tali rafia, tali pita, atau benang dengan panjang 50 cm
2. Alat tulis
3. Buku tulis

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Duduklah bersama dengan teman satu kelompokmu!
2. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Mintalah temanmu melingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besarnya lengan atasmu!
3. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.
4. Kepalkan tanganmu selanjutnya bengkokkan tanganmu ke atas! Ukurlah kembali besar lengan atasmu! Lakukan pengukuran di tempat yang sama dengan langkah 2. Catatlah hasilnya pada tabel! Lakukan pengukuran dengan cermat dan teliti agar kamu memperoleh hasil yang tepat.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

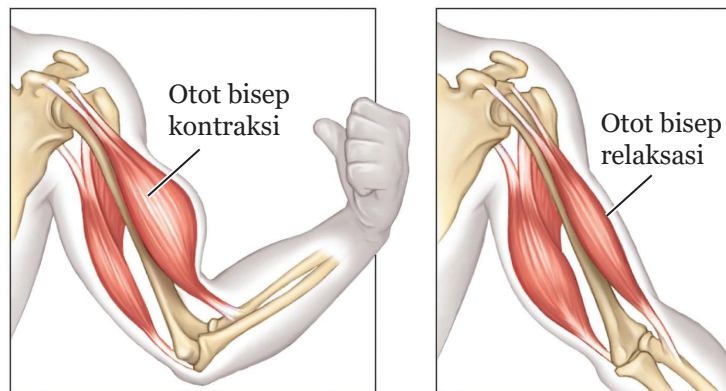
1. Adakah perubahan diameter otot lengan atas saat diluruskan dan dibengkokkan? Jelaskan!
2. Jika terjadi perubahan diameter, bagaimanakah perubahannya serta apakah yang sebenarnya terjadi pada ototmu?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Setelah melakukan Aktivitas 1.5 kamu dapat mengetahui bahwa diameter otot lengan kamu dapat membesar dan mengecil ketika meluruskan atau membengkokkan tangan. Diameter lengan kamu membesar karena otot lengan kamu dalam keadaan kontraksi. Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil. Perhatikan Gambar 1.33!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.33 Kondisi Otot pada saat Berkontraksi dan Relaksasi



Ayo, Kita Pikirkan!

Percobaan yang telah kamu lakukan sebelumnya adalah salah satu kegiatan yang melibatkan otot yang bekerja di bawah kesadaran. Coba pikirkan gerakan apa yang dapat dilakukan oleh tubuhmu yang melibatkan otot tersebut!

Otot yang bekerja di bawah kesadaran adalah otot yang kerjanya dapat kamu kendalikan. Prinsip kerja otot ini adalah dapat dikendalikan, artinya kamu dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Sebagai contohnya, kerja otot-otot pada saat kamu makan, menulis, berlari serta aktivitas-aktivitas lainnya yang kamu lakukan secara sadar. Selain otot yang bekerja di bawah kesadaran, ada juga otot yang bekerja di luar kesadaran. Otot yang bekerja di luar kesadaran adalah otot yang tidak dapat kamu



kendalikan secara sadar. Prinsip kerja otot ini adalah tidak dapat dikendalikan, artinya kamu tidak dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Otot-otot tersebut bekerja sepanjang hari, sepanjang hidup di luar kesadaran kamu. Contoh dari aktivitas otot ini antara lain aktivitas jantung untuk selalu memompa darah ke seluruh tubuh, aktivitas otot-otot lambung untuk mencerna makanan secara mekanik.

Sekarang kamu telah mengetahui prinsip kerja dari otot. Kamu harus banyak bersyukur kepada Tuhan karena Tuhan telah menciptakan otot-otot tersebut sehingga seluruh aktivitas tubuh dapat bekerja terus tanpa harus kamu kendalikan. Bayangkan jika Tuhan tidak menciptakan otot-otot tersebut, maka kamu tidak akan dapat tidur dengan pulas karena kamu harus mengontrol otot jantung agar tetap dapat memompa darah ke seluruh tubuh selama kamu tidur.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.6 Mengamati Jaringan Otot

Apa yang kamu perlukan?

1. Preparat awetan otot jantung, otot rangka, dan otot polos
2. Mikroskop
3. Buku dan alat tulis

Jika di sekolah kamu tidak tersedia preparat awetan otot jantung, otot rangka, otot polos, dan mikroskop mintalah kepada gurumu untuk menyediakan gambar otot jantung, otot rangka, dan otot polos.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Lakukan pengamatan pada preparat awetan atau gambar yang telah disediakan. Hal yang perlu kamu amati adalah bentuk sel dari masing-masing jenis otot. Lakukan kegiatan pengamatan ini dengan cermat dan teliti, agar kamu dapat mengidentifikasi perbedaan dari ketiga jenis otot ini.
2. Gambarlah hasil pengamatanmu kemudian berikan keterangan pada bagian-bagian otot yang tampak.



Apa yang perlu kamu diskusikan?

Sebutkan perbedaan dari ketiga jenis otot yang telah kamu amati!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

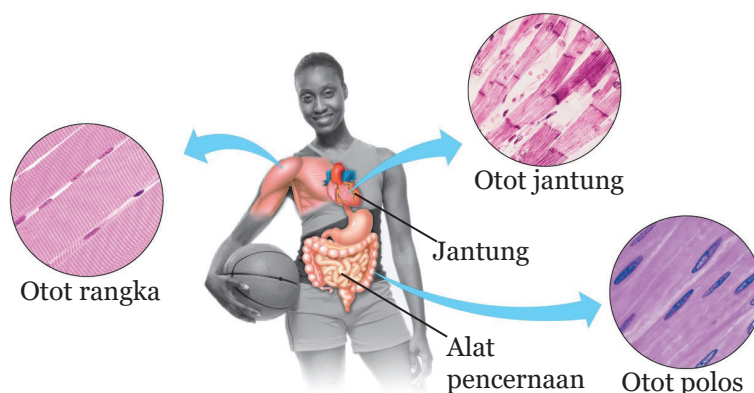
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

b. Tiga Jenis Jaringan Otot

Setelah kamu melakukan Aktivitas 1.6, kamu dapat mengetahui bahwa jaringan otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis. Agar kamu mengetahuinya, simaklah penjelasan berikut ini!

1) Otot Rangka

Otot Rangka adalah otot yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Tendon adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu dapat mengontrol penggunaan otot ini. Kamu dapat menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah. Agar kamu mengetahui posisi otot rangka yang melekat pada tendon, perhatikan Gambar 1.34!



Sumber: Reece et al. 2012

Gambar 1.34 Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia



2) Otot Polos

Otot polos terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Berdasarkan cara kerjanya, otot polos tergolong dalam otot tak sadar.

3) Otot Jantung

Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, cara kerja otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.

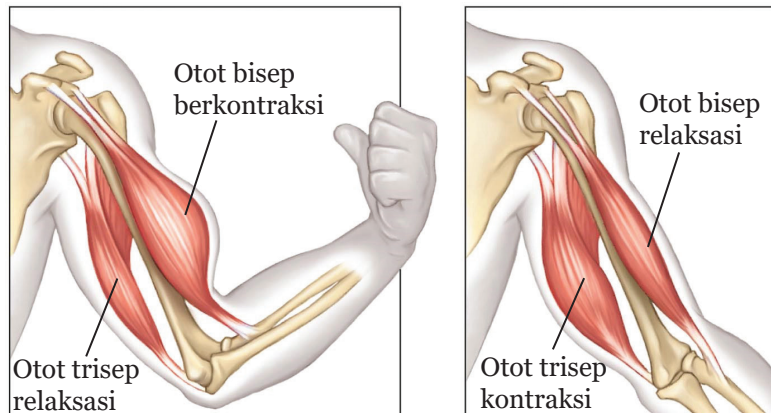


Ayo, Kita Selesaikan

Coba sekarang kamu angkat kursi dengan menggunakan tangan kananmu. Kemudian lakukan hal yang sama tetapi dengan menggunakan tangan kirimu. Pada saat kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kanan kursi tidak terlalu berat, berbeda dengan ketika kamu mengangkat kursi dengan menggunakan tangan kiri. Mengapa demikian?

Tahukah kamu bahwa ternyata otot kita juga ada yang bekerja secara berlawanan. Maksudnya pada saat melakukan sebuah gerakan meskipun gerakan itu dilakukan secara bersamaan tetapi proses kontraksi dan relaksasi antara otot satu dengan otot lainnya berlangsung secara berlawanan. Agar kamu lebih memahami maksud dari pernyataan di atas, perhatikan Gambar 1.35! Pada gambar tersebut terlihat jelas bahwa pada saat tangan dilipat, otot bicep berkontraksi sedangkan otot trisep relaksasi. Sebaliknya, pada saat tangan direntangkan, otot bicep relaksasi sedangkan otot trisep berkontraksi.





Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.35 Mekanisme Kerja dari Otot Bisep dan Otot Trisep

4. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak dan Upaya Mencegah serta Mengatasinya

Pernahkah kamu melihat orang yang memakai kursi roda? Salah satu penyebab orang memakai kursi roda karena orang tersebut mengalami fraktura (patah tulang) pada bagian kakinya sehingga orang tersebut tidak dapat berjalan dengan normal. Fraktura adalah salah satu jenis kelainan yang terjadi pada sistem gerak manusia. Mari kita pelajari beberapa gangguan dan kelainan yang sering terjadi pada sistem gerak berikut ini.

a. Riketsia

Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor sehingga proses pengerasan tulang terganggu. Penyakit ini terjadi pada anak-anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.36. Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini adalah dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam menu makan. Vitamin D dapat diperoleh dari makanan, suplemen, dan berjemur di panas matahari pagi.



Sumber: aleqt.com

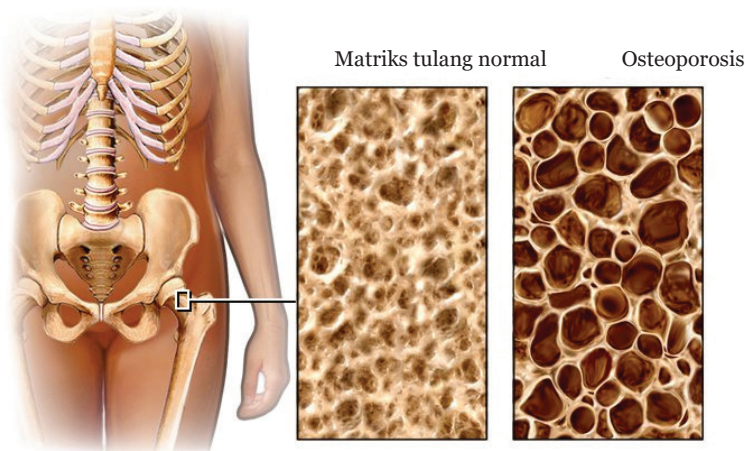
Gambar 1.36 Kaki Penderita Riketsia jika Dilihat Menggunakan X-ray



Seseorang yang berusia 1-70 tahun membutuhkan vitamin D sebanyak 15 μgr /hari. Sedangkan seseorang yang berusia 71 tahun ke atas membutuhkan vitamin D sebanyak 20 μgr /hari. Mengapa vitamin D dapat diaktifkan dengan bantuan sinar matahari pagi melalui berjemur? Melalui paparan sinar matahari pagi selama 10-15 menit, maka sinar ultraviolet dari matahari akan dapat membantu tubuh mengaktifkan pro vitamin D. Vitamin D aktif akan dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor di dalam tubuh, sehingga akan menambah jumlah kalsium dan fosfor dalam darah. Dengan demikian bertambahnya kadar vitamin D dalam tubuh karena terkena sinar matahari, maka akan dapat membantu meningkatkan penyerapan kalsium sehingga dapat menolong perbaikan tulang penderita riketsia.

b. Osteoporosis

Osteoporosis disebabkan karena kekurangan kalsium. Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa dan orangtua. Orangtua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblas sebagai pembentuk tulang kurang aktif dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan mineral akan menjadi rapuh dan mudah patah. Perhatikan Gambar 1.37!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.37 Matriks Tulang Normal dan Osteoporosis

c. Arthritis

Arthritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok seperti pada Gambar 1.38. Kadang-kadang

sendi yang terkena artritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk artritis. Beberapa hal yang menyebabkan penyakit artritis ini adalah metabolisme asam urat yang terganggu, sehingga asam urat tertimbun pada sendi dan menyebabkan sakit terutama pada jari-jari tangan maupun kaki, penumpukan kapur di antara dua tulang mengakibatkan sendi sulit digerakkan dan kaku. Upaya untuk mengurangi terjadinya artritis yaitu dengan mengonsumsi makanan yang seimbang.

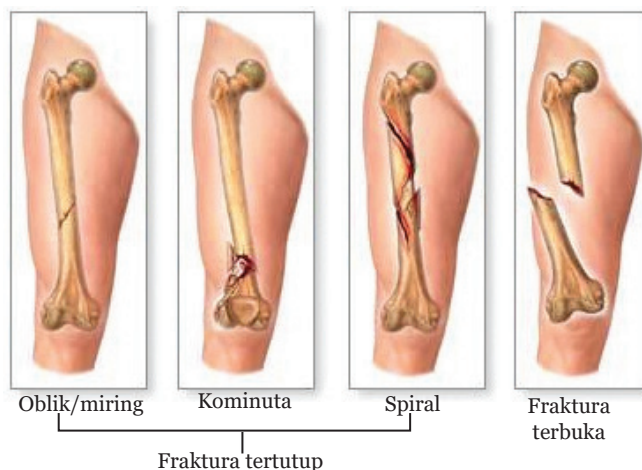


Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.38 Kondisi Tangan Penderita Artritis

d. Fraktura (Patah Tulang)

Tulang memiliki struktur kuat dan lentur, namun demikian tulang juga dapat patah. Salah satu penyebab terjadinya patah tulang adalah karena tulang mengalami benturan yang keras, misalnya pada saat kecelakaan atau jatuh dari tempat yang tinggi. Patahnya tulang disebut fraktura. Perhatikan Gambar 1.39!



Sumber: Reece *et al.* 2012

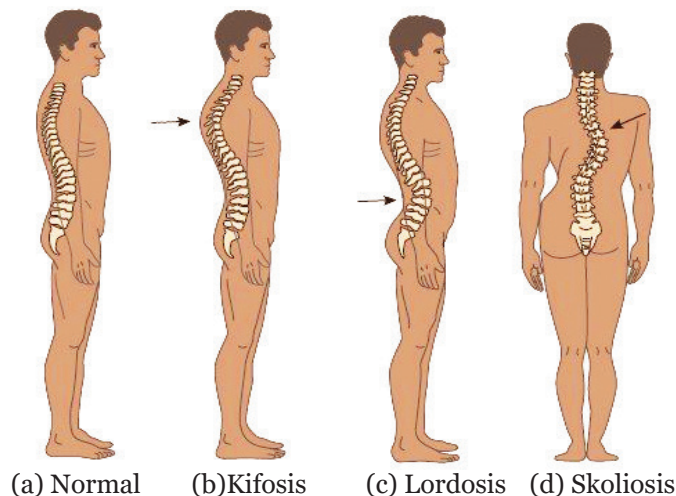
Gambar 1.39 Jenis-jenis Patah Tulang



Ada beberapa jenis fraktur, secara umum dapat dikelompokkan menjadi fraktur tertutup dan fraktur terbuka. Jika tulang yang patah tidak sampai menembus kulit disebut dengan fraktur tertutup. Fraktur terbuka terjadi jika tulang yang patah keluar menembus kulit. Fraktur juga dapat dibedakan berdasarkan kondisi tulang yang patah, yaitu miring, kominita (terpecah-pecah menjadi bagian-bagian kecil), dan spiral. Agar kamu tidak mengalami fraktur akibat kecelakaan, berhati-hatilah saat berolahraga.

d. Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

Tulang belakang manusia yang normal tidaklah lurus, tetapi melengkung. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 1.40a! Bentuk tulang belakang memengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-lakimu saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya? Tulang belakang dapat mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis. Perhatikan Gambar 1.40!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.40 Struktur Tulang Penderita Kifosis, Lordosis, dan Skoliosis

1) Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40b. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis dapat disebabkan karena penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.



2) Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang, seperti ditunjukkan Gambar 1.40c. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis dapat disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan duduk yang salah.

3) Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping, seperti ditunjukkan Gambar 1.40d. Skoliosis dapat disebabkan oleh polio atau kebiasaan duduk atau berposisi yang salah.

5. Upaya Menjaga Kesehatan Sistem Gerak pada Manusia

Setelah mengetahui beberapa gangguan atau kelainan yang terjadi pada sistem gerak, maka kita harus dapat mengantisipasi agar tidak mengalami gangguan-gangguan tersebut. Beberapa cara yang dapat kita lakukan untuk menjaga kesehatan sistem gerak kita adalah sebagai berikut.

- Meningkatkan kandungan kalsium dalam asupan makanan. Makanan yang banyak mengandung kalsium di antaranya susu, kangkung, kedelai dan olahannya, ikan salmon, kacang almond, dan brokoli.
- Berjemur pada sinar matahari pagi karena sinarnya sangat baik untuk membantu pembentukan vitamin D yang sangat penting dalam membantu penyerapan kalsium dalam makanan.
- Memerhatikan asupan vitamin D dengan makan makanan yang mengandung vitamin D. Makanan yang mengandung vitamin D di antaranya telur, produk olahan dari kedelai, minyak ikan, ikan berlemak, hati sapi, dan udang.
- Memerhatikan aktivitas fisik yang cukup setiap harinya. Aktivitas fisik seperti jalan kaki, *jogging*, tenis, menaiki tangga dapat membantu terbentuknya tulang yang kuat dan memperlambat proses kerapuhan tulang pada tubuh.
- Menghindari kebiasaan sikap tubuh yang salah, misalnya dengan cara duduk yang benar yaitu tulang belakang harus dalam posisi tegak (tidak membungkuk), saat tidur sebaiknya memakai alas yang datar dan padat agar posisi tulang belakang tetap lurus.



c. Sistem Gerak pada Hewan

Ayo, Kita Pelajari



- Gerak hewan dalam air
- Gerak hewan di udara
- Gerak hewan di darat



Istilah Penting

- *Streamline*
- *Airfoil*



Mengapa Penting?

Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagaimana hewan di sekitar dapat bergerak, sehingga menginspirasi kamu mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi pada sistem gerak hewan.

Salah satu sifat makhluk hidup adalah bergerak. Hewan bergerak dengan berbagai macam cara misalnya ada hewan yang berjalan, berlari, terbang, berenang, merayap, dan lain sebagainya. Coba kamu perhatikan gerak hewan darat dan gerak hewan yang hidup di air, berbeda bukan? Hewan darat bergerak menggunakan otot dan rangkanya terutama kaki, ikan bergerak menggunakan sirip, dan burung terbang dengan menggunakan sayap. Tahukah kamu bahwa kecepatan gerak hewan berbeda-beda? Mengapa demikian? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, ayo lakukan aktivitas berikut!

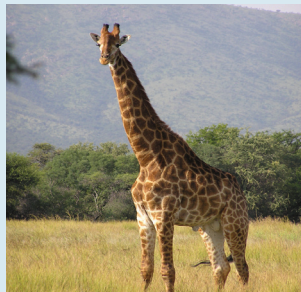


Ayo, Kita Diskusikan

1. Cermati data tentang kecepatan gerak hewan di bawah ini!

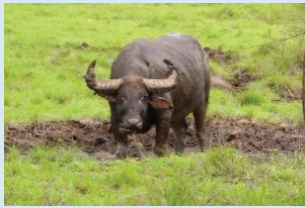


Gajah, kecepatan geraknya 25 km/jam



Jerapah, kecepatan geraknya 60 km/jam





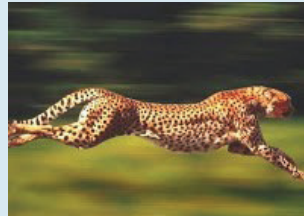
Kerbau, kecepatan gerakanya 50 km/jam



Kijang, kecepatan gerakanya 97 km/jam



Kuda, kecepatan gerakanya 76 km/jam



Harimau, kecepatan gerakanya 112 km/jam

Sumber: en.wikipedia.org

Gambar 1.41 Kecepatan Gerak Berbagai Jenis Hewan

1. Berdasarkan data di atas, hewan manakah yang mempunyai kecepatan gerak paling tinggi?
2. Mengapa hewan-hewan tersebut memiliki kecepatan gerak yang berbeda-beda?
3. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari analisis data di atas?

Hewan bergerak ke berbagai tujuan antara lain untuk melindungi diri dari predator atau untuk mencari mangsa. Perhatikan Gambar 1.42!



(a)



(b)

Sumber: flyandsea.com, wallpaperup.com

Gambar 1.42 (a) Ikan Berenang Menghindari Serangan Anjing Laut, (b) Burung Elang Terbang untuk Menangkap Ikan di Danau



1. Gerak Hewan dalam Air

Air memiliki kerapatan yang lebih besar dibandingkan udara, sehingga hewan lebih sulit bergerak di air daripada di udara. Air memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan dengan udara dan tubuh hewan yang hidup di air memiliki massa jenis yang lebih kecil daripada lingkungannya. Kedua hal tersebut mengakibatkan hewan yang hidup di air dapat melayang-layang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi karena adanya gaya angkat oleh air.

Salah satu bentuk tubuh yang paling banyak dimiliki oleh hewan air adalah bentuk torpedo (*streamline*). Bentuk tubuh ini memungkinkan tubuh meliuk dari sisi ke sisi dan mengurangi hambatan ketika bergerak di dalam air. Tubuh ikan dilengkapi otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor dan sirip ikan di dalam air. Ikan juga memiliki sirip tambahan yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan. Untuk mengatur gerakan naik turun, ikan memiliki gelembung renang yang dapat mengeluarkan gas (biasanya berupa oksigen).

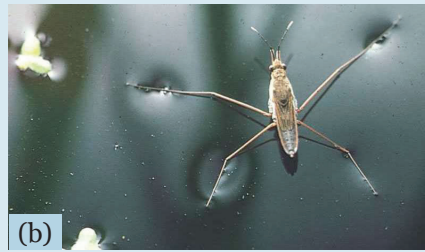
Sebagian besar ikan menggunakan gerakan lateral pada tubuh dan sirip ekornya untuk menghasilkan gaya dorong ke depan. Ada juga yang bergerak menggunakan sirip pasangan dan sirip tengahnya. Ikan yang bergerak dengan sirip pasangan dan sirip tengah cocok untuk hidup di terumbu karang. Tapi jenis ikan ini tidak dapat berenang secepat ikan yang bergerak dengan menggunakan tubuh dan sirip ekornya.



Ayo, Kita Pahami

Berbeda dengan ikan dan hewan yang hidup di dalam air, bebek dapat terapung di atas air karena memanfaatkan prinsip tegangan permukaan air. Tegangan permukaan merupakan peristiwa yang diakibatkan adanya gaya kohesi antarmolekul-molekul air. Selain nyamuk, anggang-anggang juga memanfaatkan gaya tegangan permukaan untuk dapat bergerak di permukaan air. Perhatikan Gambar 1.43!





Sumber: ninnescahlife.wichita.edu

Gambar 1.43 Hewan yang Memanfaatkan Sifat Tegangan Permukaan Air, (a) Nyamuk yang Sedang Bertelur, (b) Anggang-anggang

2 Gerak Hewan di Udara

Pernahkah kamu melihat burung yang sedang terbang bebas di udara? Bagaimana burung tersebut dapat terbang dengan stabil di udara? Apa yang memengaruhi gerakan burung tersebut? Tahukah kamu, bagaimana cara burung dapat terbang dan melawan gravitasi bumi? Gravitasi adalah masalah utama yang dihadapi oleh hewan-hewan yang terbang di udara. Tubuh hewan-hewan tersebut harus memiliki gaya angkat yang besar untuk mengimbangi gaya gravitasi karena tidak mungkin tubuh hewan memiliki massa jenis yang mendekati massa jenis udara. Salah satu upaya untuk memperbesar gaya angkat adalah dengan menggunakan sayap. Prinsip yang sama diterapkan pada pesawat terbang. Perhatikan Gambar 1.44!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.44 Sayap Pesawat dibuat dengan Prinsip Menyerupai Sayap Burung



Sayap burung tersusun atas kerangka yang kuat dan ringan, serta otot yang kuat. Sayap burung memiliki bentuk melengkung sehingga udara yang mengalir pada bagian atas sayap lebih cepat daripada bagian bawahnya. Hal ini akan menghasilkan gaya angkat dan gaya dorong yang efektif untuk pergerakan burung. Struktur sayap yang demikian disebut *airfoil*. Saat sayap dikepakkan, sayap memberikan gaya aksi terhadap udara di bawah sayap, sehingga udara akan mengalir ke bawah. Sesuai dengan Hukum III Newton, ketika benda pertama memberikan gaya F_{aksi} pada benda kedua, maka benda kedua akan memberikan gaya F_{reaksi} pada benda pertama. Hal inilah yang membuat burung dapat terangkat ke atas. Agar lebih jelasnya, coba lihatlah kembali Gambar 1.18!

3 Gerak Hewan di Darat

Hewan yang hidup di darat memiliki otot dan tulang yang kuat. Hal tersebut diperlukan untuk mengatasi inersia (kecenderungan tubuh untuk diam) dan untuk menyimpan energi pegas (elastisitas) untuk melakukan berbagai aktivitas. Bayangkan bagaimana bila kita berjalan. Seseorang mulai berjalan dengan menginjak lantai dengan kakinya, lantai kemudian memberikan gaya balik yang sama dan berlawanan arah pada orang tersebut dan gaya inilah yang menggerakkan orang tersebut ke depan. Dengan cara yang sama, seekor burung yang terbang ke depan memberikan gaya pada udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke belakang, tetapi udara tersebut mendorong balik sayap burung itu ke depan.

Gajah dan kerbau memiliki massa tubuh yang sangat besar, akibatnya untuk bergerak, gajah dan kerbau harus melawan inersia yang nilainya juga sangat besar. Namun perbedaan struktur tulang serta kekuatan otot gajah dan kerbau membuat gajah mampu melakukan gerakan yang lebih lincah daripada kerbau. Lain halnya dengan kuda, harimau, dan kijang, ketiga hewan tersebut memiliki struktur rangka dan otot yang sangat kuat. Kijang dan harimau memiliki bentuk kaki yang lebih ramping sehingga kijang dan harimau mampu menyimpan elastisitas yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan pada saat berlari, kijang dan harimau lebih banyak melompat ke udara dan meluncur di udara. Gaya gesek udara yang jauh lebih kecil daripada gaya gesek permukaan tanah membuat kijang dapat berlari dengan kecepatan yang lebih tinggi daripada kuda.



C.

Sistem Gerak pada Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Gerak endonom
- Gerak higroskopis
- Gerak esionom



Istilah Penting

- Endonom
- Higroskopis
- Esionom
- Tropisme
- Taksis
- Nasti

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami gerak tumbuhan di sekitarmu, sehingga mendorong kamu mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur dan fungsi sistem gerak tumbuhan.

Menurutmu apakah tumbuhan juga bergerak? Bagaimana gerakan pada tumbuhan? Bagian apa saja dari tumbuhan yang dapat bergerak? Ayo kita pelajari sistem gerak pada tumbuhan dengan penuh semangat!

Perhatikanlah Gambar 1.45! Pernahkah kamu menyentuh daun putri malu (*Mimosa pudica*)? Apa yang terjadi jika daunnya disentuh? Bagaimana jika daun putri malu tersebut diberi rangsangan panas atau dingin? Apakah ada perbedaan kecepatan menutupnya daun putri malu tersebut? Untuk menjawab semua pertanyaan tersebut, ayo lakukan aktivitas berikut!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.45 Tumbuhan Putri Malu (*Mimosa pudica*)



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.7 Pengaruh Rangsang terhadap Gerak Menutup dan Membukanya Daun Putri Malu

Pada percobaan ini kamu akan menyelidiki pengaruh rangsang terhadap gerak daun putri malu.

Apa yang kamu duga?

Cobalah untuk melakukan pendugaan atau membuat perkiraan berdasarkan informasi yang kamu ketahui atau pengalaman



yang kamu alami terhadap gerak daun putri malu ketika mendapatkan rangsangan.

1. Daun putri malu bila disentuh
2. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu dingin
3. Daun putri malu bila diberi rangsang suhu panas

Apa yang kamu perlukan?

1. Tumbuhan putri malu (*Mimosa pudica*)
2. Es yang dibungkus plastik
3. Korek api atau lilin
4. Jam tangan atau *stopwatch*

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Berilah perlakuan pada putri malu sebagai berikut.
 - a. Sentuhlah menggunakan ujung jari tangan pada bagian bawah permukaan daun dan pada tangkai daun! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
 - b. Berilah hawa dingin di bagian bawah permukaan daun dengan meletakkan sebungkus es batu! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
 - c. Berilah hawa panas di bagian bawah permukaan daun dengan menyalakan korek api atau lilin yang menyala! Berhati-hatilah saat menggunakan korek api! Hitunglah kecepatan respons tumbuhan terhadap rangsang menggunakan *stopwatch*!
2. Amatilah gerak daun dan batang putri malu!
3. Ulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 3 kali.
4. Catatlah hasil pengamatan dan penghitunganmu pada Tabel 1.8!

Tabel 1.8 Pengamatan Tumbuhan Putri Malu

Perlakuan	Waktu (sekon) Respons Berupa Gerak Daun			Deskripsi Gerak Daun Putri Malu
	1	2	3	
Disentuh pada permukaan bawah daun				
Disentuh pada tangkai daun				
Diberi hawa dingin pada permukaan bawah daun				
Diberi hawa panas pada permukaan bawah daun				



Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang sentuhan?
2. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang panas?
3. Bagaimana respons daun putri malu ketika diberi rangsang dingin?
4. Bagian mana dari tumbuhan yang paling sensitif terhadap rangsang sentuhan?
5. Apakah kecepatan respons atau tanggapan daun putri malu akan berbeda apabila diberi rangsangan yang berbeda?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

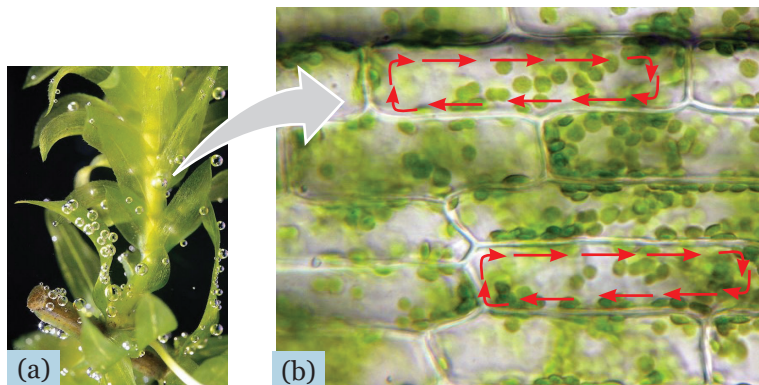
Jika kamu mengamati dengan saksama, ternyata tumbuhan juga melakukan gerakan. Misalnya pada tumbuhan putri malu. Ketika daun tumbuhan putri malu disentuh, maka daun putri malu akan menutup. Gerak menutup daun tumbuhan putri malu merupakan respons terhadap adanya rangsang. Arah menutupnya daun akibat rangsang adalah tetap meskipun diberi rangsangan dari arah yang berbeda. Bagaimana daun putri malu dapat menutup? Ketika daun putri malu dikenai rangsang, akan terjadi aliran air dan ion pada bagian ketiak daun. Adanya aliran air ini menyebabkan kadar air pada ketiak daun berkurang, sehingga tekanannya mengecil. Akibatnya daun putri malu akan menutup dan tampak seperti layu. Meskipun pada pergerakan daun putri malu tidak ada perpindahan tempat, namun tumbuhan putri malu tersebut masih dianggap bergerak. Apakah pada tumbuhan lain juga bergerak? Bagaimana pergerakan pada tumbuhan yang lain? Gerakan-gerakan seperti apa saja yang dilakukan? Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, mari kita pelajari pembahasan tentang gerak pada tumbuhan berikut ini!



Berdasarkan asal datangnya rangsangan, gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.

1. Gerak Endonom

Apakah kamu pernah mengamati tumbuhan *Hydrilla verticillata*? Pernahkah kamu mengamati daun tumbuhan tersebut melalui mikroskop? Perhatikan Gambar 1.46!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.46 (a) Tumbuhan *Hydrilla verticillata*, (b) Gerak Siklosis pada Daun *Hydrilla verticillata*

Jika kamu mengamati daun tumbuhan *Hydrilla verticillata* kamu akan melihat struktur seperti dinding tembok yang di dalamnya terdapat butiran bulat berwarna hijau. Struktur seperti tembok tersebut merupakan sel daun. Di dalam sel daun tersebut terdapat cairan yang disebut sitoplasma. Dalam sitoplasma terdapat butiran bulat berwarna hijau yang disebut kloroplas. Jika kamu mengamati kloroplas tersebut secara cermat, kamu akan melihat kloroplas tersebut bergerak berkeliling (rotasi) di dalam sel yang disebut gerak siklosis. Pergerakan tersebut sebenarnya akibat dari pergerakan atau aliran sitoplasma dalam sel. Gerak ini terjadi secara spontan dan berasal dari dalam sel tumbuhan tersebut. Gerak yang terjadi akibat rangsangan yang berasal dari dalam sel atau tubuh tumbuhan disebut dengan **gerak endonom**.



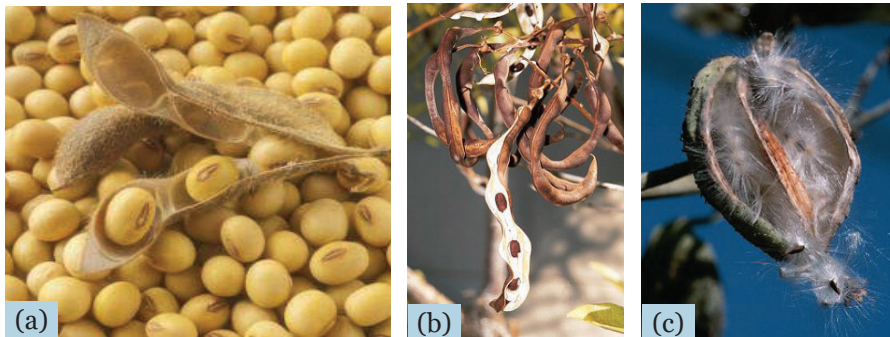


Ayo, Kita Cari Tahu

Selain gerak siklosis pada sitoplasma suatu sel, carilah contoh gerak endonom yang lain bersama kelompokmu!

2. Gerak Higroskopis

Pernahkah kamu melihat buah polong-polongan, seperti kacang kedelai (*Glycine max*), buah cangkring (*Erythrina variegata*), dan buah biduri (*Asclepias gigantea*) yang masih muda dan yang sudah tua? Perhatikan Gambar 1.47! Bagaimana kondisi buah-buah tersebut ketika sudah tua?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.47 Contoh Buah Polong yang Membuka, (a) Kacang Kedelai (*Glycine max*), (b) Buah Cangkring (*Erythrina variegata*), (c) Buah biduri (*Asclepias gigantea*)

Apabila kamu melihat buah polong-polongan yang sudah tua, kamu akan melihat buah polong-polongan dapat membuka. Bagaimana buah polong-polongan tersebut dapat membuka? Ketika buah polong-polongan sudah tua, terjadi perubahan kadar air di dalam sel secara tidak merata. Akibatnya terjadi pengerutan bagian buah yang tidak merata. Pengerutan ini membuat buah polong menjadi terbuka. Membukanya buah polong tersebut merupakan salah satu contoh gerak higroskopis. Selain membukanya buah polong-polongan, contoh gerak higroskopis yaitu membukanya dinding sporangium (kotak spora) tumbuhan paku.



3. Gerak Esionom

Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan (lingkungan sekitar). Berdasarkan respons gerak yang dilakukan tumbuhan, gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak tropisme, gerak taksis, dan gerak nasti.

a. Gerak Tropisme

Perhatikan Gambar 1.48, ke arah manakah pertumbuhan ujung batang tumbuhan pada gambar tersebut? Apakah bergerak menuju jendela (arah datangnya cahaya) ataukah bergerak menjauhi cahaya? Apakah arah pertumbuhan tumbuhan tersebut tidak dipengaruhi arah datangnya cahaya? Apakah tumbuhan tersebut juga berpindah tempat?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.48 Pertumbuhan Tanaman Menuju Arah Datangnya Cahaya

Tumbuhan tidak dapat berpindah tempat seperti halnya hewan. Melalui Gambar 1.48, kamu dapat mengetahui bahwa setiap ujung batang tumbuhan akan tumbuh menuju arah datangnya cahaya. Berbeda halnya dengan arah gerak pertumbuhan akar. Akar tumbuhan akan bergerak tumbuh menjauhi arah datangnya cahaya dan akan cenderung bergerak tumbuh menuju pusat bumi. Kedua gejala tersebut menunjukkan bahwa ada gerak tumbuhan yang arah pergerakannya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Gerak tumbuhan yang arah gerakannya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang dari luar disebut **gerak tropisme**. Arah gerak tumbuhan yang mendekati arah datangnya rangsang disebut gerak **tropisme positif**, tetapi jika arah gerak tumbuhan menjauhi rangsang disebut gerak **tropisme negatif**. Tahukah kamu apa saja jenis rangsang yang dapat menyebabkan



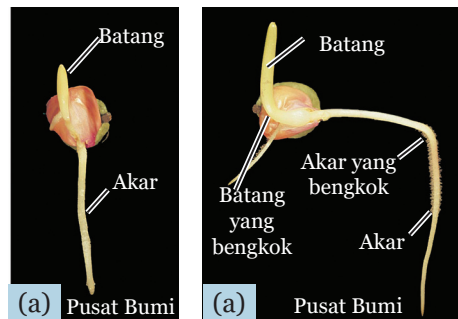
tumbuhan mengalami gerak tropisme? Kemanakah arah gerak tumbuhan? Apakah semua tumbuhan mengalami gerak tropisme? Agar kamu mengetahuinya, ayo pelajari materi ini dengan penuh semangat!

1) Gerak Fototropisme

Perhatikan kembali Gambar 1.48! Ujung batang tumbuhan mengalami pertumbuhan ke arah cahaya. Gejala yang tampak pada Gambar 1.48 menunjukkan pengaruh rangsang cahaya terhadap arah tumbuh batang tumbuhan. Jenis gerak tropisme yang dipengaruhi oleh rangsangan cahaya disebut dengan **gerak fototropisme** atau **heliotropisme**. Tumbuhan yang arah tumbuhnya mendekati sumber cahaya disebut **fototropisme positif** sedangkan yang menjauhi cahaya disebut **fototropisme negatif**. Termasuk jenis fototropisme apakah tumbuhan yang terdapat pada Gambar 1.48?

2) Gerak Geotropisme

Perhatikan gerak pertumbuhan akar jagung pada Gambar 1.49! Melalui gambar tersebut terlihat akar jagung tumbuh menuju arah bawah (menuju ke pusat bumi). Setelah jagung diletakkan pada posisi miring, akar menjadi bengkok dan tumbuh kembali menuju pusat bumi. Perhatikan pertumbuhan batang jagung pada Gambar 1.49! Terlihat arah pertumbuhan batang ke atas (menjauhi pusat bumi). Setelah jagung diletakkan pada posisi miring, batang menjadi bengkok dan tumbuh kembali menuju ke atas (menjauhi pusat bumi). Arah gerak akar dan batang jagung tersebut terjadi karena pengaruh gravitasi bumi. Gerak akar dan batang yang demikian disebut **geotropisme** atau **gravitropisme**. Gerak akar menuju ke pusat bumi disebut **geotropisme positif**, sedangkan gerak batang menjauhi pusat bumi disebut **geotropisme negatif**.



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 1.49 Pertumbuhan Akar Jagung

3) Gerak Hidrotropisme

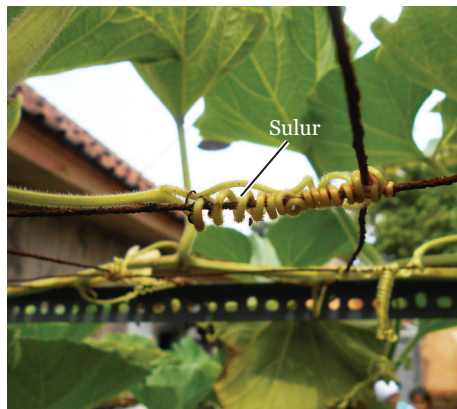
Selain tumbuh menuju pusat bumi, gerak pertumbuhan akar juga dipengaruhi oleh sumber air. Pertumbuhan akar menuju sumber air disebut **gerak hidrotropisme**. Maha Kuasa Tuhan yang telah



memberikan tumbuhan kemampuan tersebut, sehingga tumbuhan dapat terus mendapatkan air sehingga dapat tetap hidup.

4) Gerak Tigmotropisme

Beberapa tumbuhan seperti mentimun, kacang panjang, labu, anggur, dan markisa memiliki organ tambahan yang disebut sulur. Perhatikan Gambar 1.50! Pada gambar tersebut terlihat sulur yang melilit pada suatu batang. Bagaimana sulur tersebut dapat melilit? Tentu ada rangsangan yang memengaruhi gerak sulur tersebut yaitu sentuhan. Gerak melilitnya sulur tumbuhan pada tempat rambatannya merupakan contoh **gerak tigmotropisme**. Dapatkah kamu menyebutkan contoh lain dari gerak tigmotropisme?



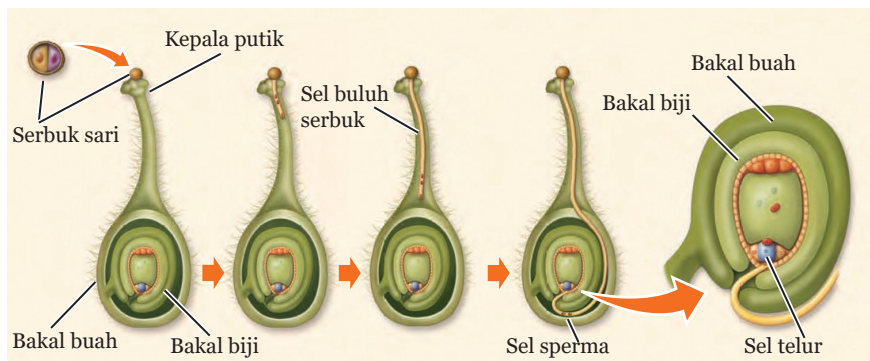
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.50 Sulur Tumbuhan yang Melilit pada Tempat Tumbuh

5) Gerak Kemotropisme

Tumbuhan dapat melangsungkan kehidupannya karena Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan kemampuan untuk bereproduksi. Reproduksi tumbuhan melibatkan proses penyerbukan, yaitu peristiwa jatuhnya serbuk sari di kepala putik. Di kepala putik, serbuk sari akan berkecambah dan membentuk buluh serbuk yang akan membawa gamet jantan (spermatozoid) menuju gamet betina (sel telur). Perhatikan Gambar 1.51! Coba kamu pikirkan, bagaimana buluh serbuk dapat bergerak menuju sel telur? Apa rangsangan yang memengaruhi pergerakan buluh serbuk? Gerakan buluh serbuk menuju sel telur dipengaruhi oleh zat gula (zat kimia) yang dikeluarkan oleh bakal buah. Gerak tropisme yang dipengaruhi oleh zat kimia disebut **kemotropisme**.





Sumber: Raven *et al.* 2008

Gambar 1.51 Serbuk Sari Menempel di Kepala Putik Selanjutnya Berkecambah Membentuk Buluh Serbuk dan Bergerak Menuju Sel Telur

b. Gerak Taksis

Gerak taksis adalah gerak pindah tempat seluruh bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh sumber rangsangan. Dapatkah kamu menyebutkan contoh gerak taksis? Gerak taksis biasanya dilakukan oleh organisme bersel satu, misalnya pada *Euglena viridis*. Perhatikan Gambar 1.52!



Sumber: protist.i.hosei.ac.jp

Gambar 1.52 Gerak Fototaksis pada *Euglena viridis*

Euglena viridis merupakan organisme yang dapat dikelompokkan ke dalam Algae (Protista mirip tumbuhan) karena memiliki klorofil dan mampu melakukan fotosintesis. Dalam hidupnya organisme tersebut membutuhkan cahaya, oleh karena itu *Euglena viridis* akan bergerak mendekati sumber cahaya. Namun, jika intensitas cahaya terlalu tinggi, *Euglena viridis* akan berusaha menghindari. Kemampuan berpindahnya *Euglena viridis* disebabkan karena organisme tersebut memiliki alat gerak berupa flagela dan reseptor cahaya. Pergerakan *Euglena viridis* ini disebut dengan gerak **fototaksis**.



Contoh gerak taksis lainnya adalah gerakan spermatozoa tumbuhan lumut dan paku. Tumbuhan lumut dan paku bereproduksi secara seksual, akan menghasilkan sel kelamin jantan yang disebut spermatozoid. Spermatozoid mampu bergerak menuju sel kelamin betina yang terdapat pada arkegonium akibat tertarik oleh zat gula dan protein tertentu yang dihasilkan oleh arkegonium. Pergerakan spermatozoid tersebut merupakan contoh **gerak kemotaksis**. Gerak kemotaksis adalah gerak taksis tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan berupa zat kimia.

c. Gerak Nasti

Pada bagian awal pembahasan mengenai gerak pada tumbuhan, kamu telah melakukan percobaan dengan memberikan sentuhan pada tumbuhan putri malu. Apakah kamu masih ingat hasil percobaanmu? Darimana pun arah datangnya sentuhan, arah gerakan yang dilakukan daun putri malu selalu tetap, yaitu menutup dengan arah yang sama. Artinya gerakan yang dilakukan oleh tumbuhan tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Gerak tumbuhan yang demikian disebut dengan **gerak nasti**. Berdasarkan jenis rangsangannya gerak nasti dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Apa sajakah rangsangan yang dapat menyebabkan tumbuhan melakukan gerak nasti? Ayo, pelajari materi berikut ini dengan semangat!

1) Gerak Seismonasti

Gerak pada daun putri malu akibat diberi getaran atau sentuhan disebut dengan seismonasti. **Seismonasti** adalah gerak nasti tumbuhan yang dipengaruhi oleh getaran atau sentuhan.

2) Gerak Niktinasti

Apakah kamu pernah mengamati daun tumbuhan bunga merak (*Caesalpinia pulcherrima*) atau daun tumbuhan lamtoro (*Leucaena Leucocephala*)? Perhatikan Gambar 1.53! Tahukah kamu bahwa saat malam hari, daun tumbuhan bunga merak dan daun tumbuhan lamtoro akan menutup atau “tidur” dan akan



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.53 Gerak pada Daun Bunga Merak (*Caesalpinia pulcherrima*)

membuka saat siang hari. Pergerakan daun tumbuhan tersebut akibat adanya rangsangan berupa kondisi siang hari dan malam hari. Gerak yang demikian disebut dengan **gerak niktinasti**.

3) Gerak Fotonasti

Apakah kamu mengetahui bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*)? Perhatikan Gambar 1.54! Pada sore hari, umumnya bunga pukul empat akan mekar. Mekarnya bunga pukul empat disebabkan oleh adanya rangsangan cahaya sore hari. Gerak membukanya bunga pukul empat tersebut disebut gerak fotonasti. **Fotonasti** adalah gerak nasti pada tumbuhan yang disebabkan adanya rangsangan berupa cahaya.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.54 Bunga Pukul Empat (*Mirabilis jalapa*)

4) Gerak Termonasti

Bunga yang hidup di daerah yang memiliki empat musim, seperti bunga tulip yang banyak ditanam di benua Eropa, hanya dapat mekar di musim semi. Tahukah kamu mengapa demikian? Mekarnya bunga di musim semi disebabkan oleh suhu udara pada musim semi terasa lebih hangat. Gerak mekarnya bunga tulip pada musim semi disebut gerak termonasti. **Termonasti** adalah gerak nasti tumbuhan dipengaruhi oleh rangsangan yang berupa suhu.



Tahukah Kamu?

Tahukah kamu stomata? Perhatikan Gambar 3.26 pada halaman 135! Stomata adalah lubang kecil yang terdapat pada permukaan daun yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya gas karbon dioksida dan uap air. Stomata dapat membuka dan menutup akibat beberapa rangsangan, yaitu kadar air, cahaya, dan suhu. Gerak membuka dan menutupnya stomata tersebut merupakan contoh gerak nasti kompleks. **Nasti kompleks** adalah gerakan tumbuhan yang dapat diakibatkan oleh beberapa jenis rangsangan.





Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.8 Mengidentifikasi Jenis Gerak Tumbuhan di Lingkungan Sekitar

Amati tumbuhan yang ada di sekitar kamu. Temukan 10 tumbuhan yang berbeda, kemudian identifikasi jenis gerakan yang dilakukan tumbuhan tersebut! Laporkan hasil temuanmu ke gurumu!

Tabel 1.9 Data Hasil Identifikasi Jenis Gerak Tumbuhan

No	Nama Tumbuhan	Jenis Gerakan yang Dilakukan
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		



Ayo, Kita Renungkan

Setiap makhluk hidup diberikan kemampuan untuk bergerak oleh Tuhan Yang Maha Esa. Dengan bergerak, kamu dapat melakukan berbagai aktivitas. Tuhan sudah menunjukkan kekuasaan-Nya dengan memberi kemampuan bergerak pada makhluk hidup. Ternyata yang dapat melakukan gerak tidak hanya makhluk hidup saja, bahkan benda tak hidup pun dapat bergerak dengan menggunakan konsep gerak pada makhluk hidup. Contoh benda mati yang dapat bergerak dengan konsep pada makhluk hidup adalah pesawat terbang. Pesawat terbang dapat bergerak



dengan menggunakan konsep gerak pada burung. Oleh karena itu, hendaklah kamu senantiasa bersyukur atas segala ciptaan Tuhan. Apa yang terjadi jika kamu tidak dapat bergerak? Tentunya kamu akan mengalami berbagai kesulitan dalam melakukan segala aktivitas. Sebagai salah satu bentuk ungkapan rasa syukur kita kepada Tuhan, maka kita harus selalu aktif dan bersemangat dalam beraktivitas, yaitu belajar dan bekerja, sehingga cita-cita kita akan tercapai. Bentuk rasa syukur kita yang lainnya adalah senantiasa menjaga kesehatan sistem gerak.

Tabel 1.10 Pernyataan untuk Refleksi
Terkait Gerak pada Makhluk Hidup dan Benda

No	Pertanyaan/Pernyataan	Ya	Tidak
1.	Saya senantiasa bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan alat gerak yang sempurna sehingga saya dapat melakukan berbagai macam aktivitas termasuk berangkat ke sekolah sendiri.		
2.	Saya lebih suka jalan kaki atau naik sepeda agar tulang saya sehat, daripada naik kendaraan bermotor.		
3.	Saya rajin mengonsumsi makanan (misalnya: ikan) atau minuman (misalnya: susu) yang mengandung kalsium agar tulang saya kuat.		
4.	Saya lebih suka duduk dengan posisi tegak daripada duduk dengan posisi membungkuk.		
5.	Saya rajin melakukan olahraga untuk menjaga kesehatan sistem gerak saya.		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 0 (nol)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

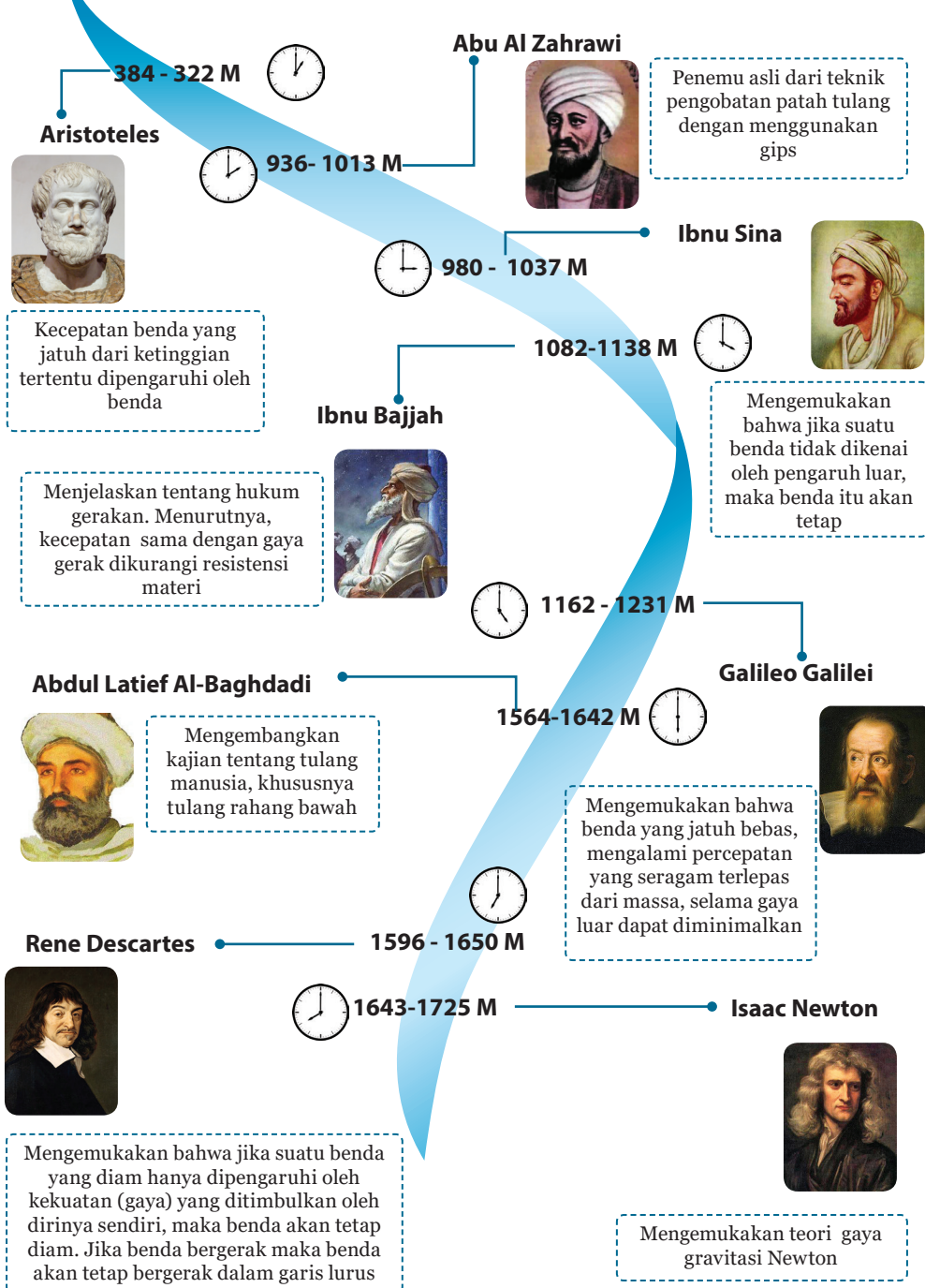
- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli pada organ penyusun sistem gerakmu.

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu pada organ penyusun sistem gerakmu.





Info Tokoh





Rangkuman

1. Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda.
2. Gerak Lurus dibedakan menjadi dua, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).
3. Gerak Lurus Beraturan (GLB) terjadi apabila kecepatan gerak suatu benda konstan.
4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) terjadi apabila suatu benda bergerak dengan percepatan yang konstan.
5. Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda.
6. Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan kontak langsung dengan benda yang dikenai.
7. Hukum I Newton menyatakan bahwa benda yang tidak mengalami resultan gaya ($\Sigma F=0$) akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan.
8. Hukum II Newton menyatakan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya.
9. Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya (F_{aksi}) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya (F_{reaksi}) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau $F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$.
10. Fungsi rangka yaitu memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita; melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak; tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang; sebagai tempat pembentukan sel darah (pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha).



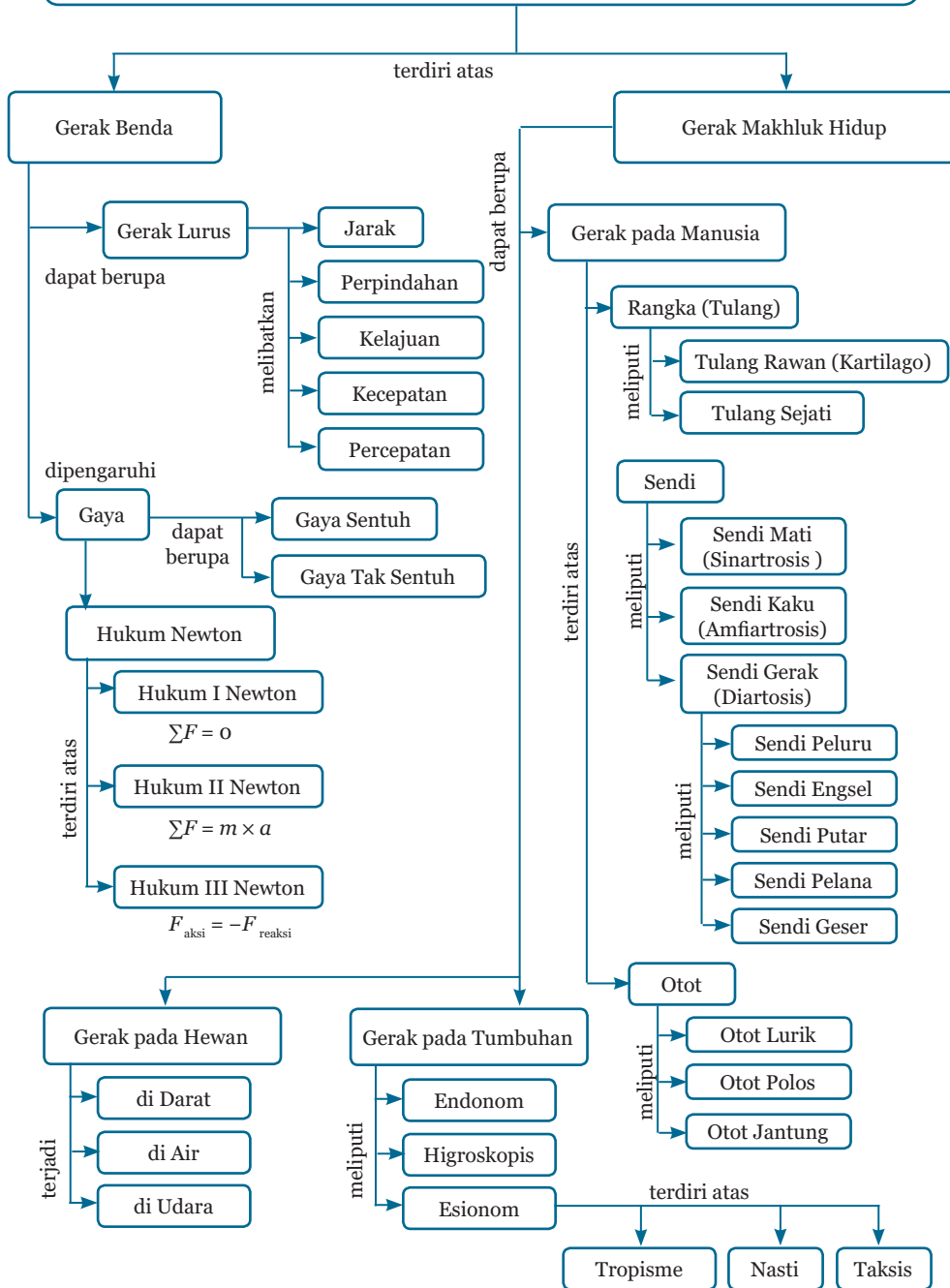
11. Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi empat jenis tulang, yaitu tulang panjang (misalnya tulang lengan atas atau humerus), tulang pipih (misalnya tulang dada atau sternum), tulang pendek (misalnya tulang ruas jari atau falang), dan tulang tidak beraturan (misalnya tulang punggung atau vertebra).
12. Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang mungkin dilakukan. Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Sendi diartrosis dibagi menjadi sendi peluru, sendi engsel, sendi putar, sendi pelana, dan sendi geser.
13. Ada tiga jenis jaringan otot yang menyusun tubuh manusia, yaitu otot rangka, otot jantung, dan otot polos.
14. Ada beberapa macam gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem gerak antara lain, riketsia, osteoporosis, fraktura (patah tulang), artritis, lordosis, kifosis, dan skoliosis.
15. Hewan yang hidup di air dapat melayang-layang di dalam air dengan mengeluarkan sedikit energi karena adanya gaya angkat oleh air.
16. Kecenderungan hewan yang hidup di darat adalah memiliki otot dan tulang yang kuat. Hal tersebut diperlukan untuk mengatasi inersia (kecenderungan tubuh untuk diam) dan untuk menyimpan energi pegas (elastisitas) untuk melakukan berbagai aktivitas.
17. Berdasarkan asal datangnya rangsangan, gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.
18. Gerak endonom adalah gerak yang terjadi akibat rangsangan yang berasal dari dalam sel atau tubuh tumbuhan.
19. Gerak higroskopis adalah gerak yang terjadi karena adanya perubahan kadar air di dalam sel secara tidak merata. Contohnya membukanya buah polong-polongan dan membukanya dinding sporangium tumbuhan paku.
20. Gerak esionom adalah gerak tumbuhan yang disebabkan oleh adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan (lingkungan sekitar). Berdasarkan arah respons gerak yang dilakukan tumbuhan, gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak tropisme, gerak taksis, dan gerak nasti.





Bagan Konsep

Gerak Benda dan Makhluk Hidup di Lingkungan Sekitar





Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

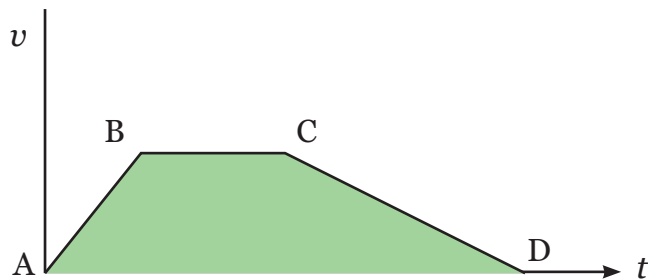
1. Fungsi sistem rangka antara lain melindungi organ internal. Pada tubuh manusia tulang yang melindungi jantung dan paru-paru serta otak secara berturut-turut adalah
 - A. tulang belakang dan tulang rusuk
 - B. tulang rusuk dan tulang tengkorak
 - C. tulang tengkorak dan tulang rusuk
 - D. tulang belakang dan tulang tengkorak
2. Berikut ini merupakan contoh otot yang bekerja secara sadar dan tidak sadar yang disebutkan secara berturut-turut adalah
 - A. otot jantung dan otot dahi
 - B. otot jantung dan otot trisep
 - C. otot bisep dan otot jantung
 - D. otot dahi dan otot gastronemius
3. Tipe persendian yang terdapat pada rahang adalah
 - A. sendi geser
 - B. sendi putar
 - C. sendi pelana
 - D. sendi engsel
4. Gerak tumbuhan yang memerlukan rangsang berupa perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak merata disebut gerak
 - A. nasti
 - B. esionom
 - C. tropisme
 - D. higroskopis
5. Contoh gerak tumbuhan berikut yang bukan merupakan contoh dari gerak nasti adalah....
 - A. mekarnya bunga pukul empat
 - B. gerak menutupnya daun putri malu
 - C. menguncupnya daun tumbuhan Leguminosae
 - D. merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan



6. Perhatikan pernyataan-pertanyaan di bawah ini!
- (1) sebagian besar ikan memiliki bentuk tubuh torpedo
 - (2) ekor dan sirip ikan berfungsi untuk menahan laju air
 - (3) sirip tambahan diperlukan untuk melakukan berbagai gerakan di dalam air
 - (4) bentuk torpedo (*streamline*) tubuh ikan berfungsi untuk mengurangi hambatan di dalam air

Berdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, yang mendukung ikan untuk melakukan berbagai gerakan di dalam air adalah pernyataan nomor

- A. (1), (2), dan (3)
 - B. (1), (2), dan (4)
 - C. (1), (3), dan (4)
 - D. (2), (3), dan (4)
7. Seseorang yang sedang mengendarai sepeda mampu menempuh jarak 5 meter dalam waktu 2,5 sekon. Berdasarkan informasi tersebut, kecepatan anak bersepeda adalah ... m/s.
- A. 2,0
 - B. 5,0
 - C. 7,5
 - D. 12,5
8. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah seperti digambarkan pada grafik di bawah ini.

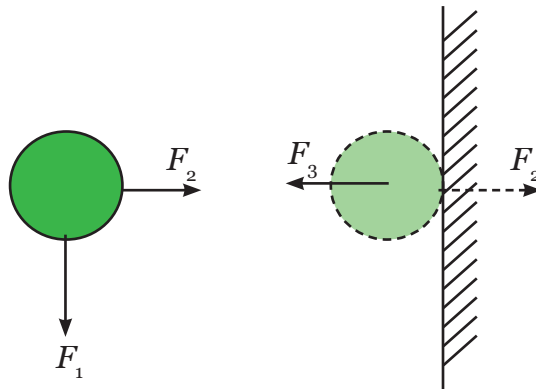


Titik yang menunjukkan mobil sedang mengalami peristiwa kelembaman adalah

- A. A – B
- B. B – C
- C. C – D
- D. D – A



9. Perhatikan gambar bola yang dilempar ke tembok akan memantul kembali seperti gambar di bawah ini!



Berikut pasangan gaya aksi-reaksi yang benar adalah

- A. F_1 , F_2 dan F_3 , karena ketiga gaya tersebut menggambarkan gerak bola
 - B. F_1 dan F_2 , karena bekerja pada benda yang sama dan arah gayanya saling tegak lurus
 - C. F_1 dan F_3 , karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling tegak lurus
 - D. F_2 dan F_3 , karena bekerja pada benda yang berbeda dan arah gayanya saling berlawanan
10. Perhatikan posisi burung yang sedang terbang bebas seperti pada gambar di bawah ini!



Sumber: Dok. Kemdikbud

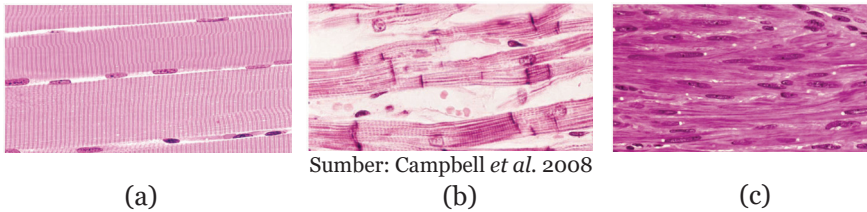
Saat terbang di udara, burung tersebut menerapkan hukum ketiga Newton dengan cara memanfaatkan sifat gesekan udara. Berdasarkan fakta tersebut, maka perbandingan besarnya gaya aksi dan reaksi antara burung dengan udara yang benar adalah



- A. sama, sehingga burung dapat melayang di udara
- B. sama, sehingga burung dapat terbang dengan stabil di udara
- C. sama, karena gaya yang dimilikinya melebihi besar gaya gesekan udara maka burung dapat maju ke depan
- D. berbeda, karena gaya yang dimilikinya lebih kecil dari gaya gesekan udara sehingga burung dapat maju ke depan

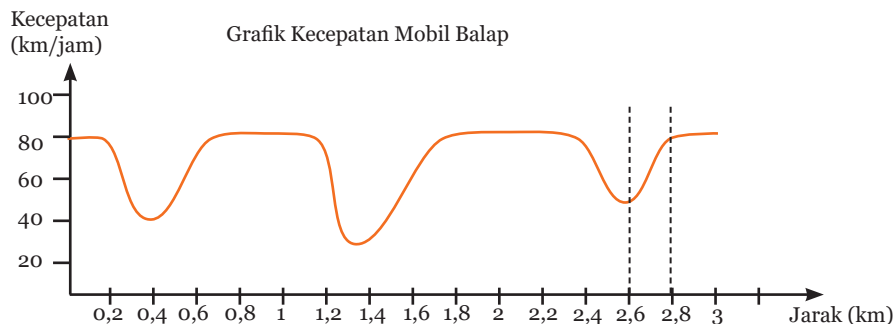
B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

- Perhatikan gambar ketiga jenis otot manusia berikut ini



Jelaskan nama masing-masing otot tersebut dan lokasinya dalam tubuh manusia, serta sebutkan satu (1) ciri yang nampak dari otot tersebut!

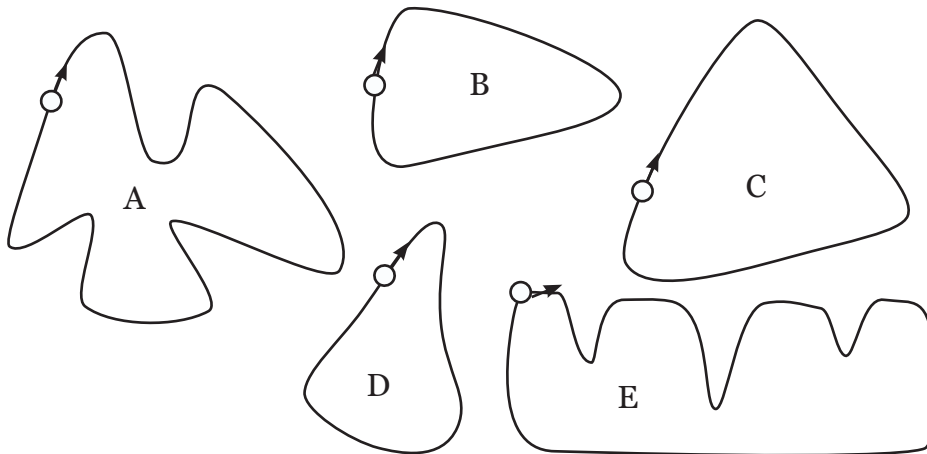
- Mengapa kita dianjurkan untuk berjemur pada pagi hari?
- Jelaskan perbedaan prinsip gerak yang dilakukan oleh burung, ikan, dan kuda berdasarkan bentuk tubuhnya!
- Perhatikan gambar grafik berikut ini!



Berdasarkan gambar di atas,

- Apa yang terjadi pada kecepatan mobil yang berada pada jarak di antara 2,6 km sampai 2,8 km?
- Manakah dari gambar A, B, C, D, dan E berikut yang menunjukkan lintasan gerak mobil balap yang terekam pada grafik di atas?





5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: www.bukusekolah.org

Seorang peloncat dengan berat w menekan tanah di bawahnya dengan gaya yang besarnya F dan sebagai hasilnya ia melambung ke udara.

- Berapakah besar gaya yang dikerjakan tanah (F') terhadap peloncat? Apakah $F' = w$, $F' > w$, atau $F' < w$?
- Berapa pula besar F' dibandingkan F ? Apakah $F' = F$, $F' > F$, atau $F' < F$? Jelaskan!





Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Jenis Gaya yang Bekerja pada Benda yang Bergerak dalam Kehidupan Sehari-hari

▪ Permasalahan

Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat dengan mudah sekali menemukan benda yang bergerak. Benda dapat bergerak karena ada gaya yang memengaruhinya. Nah, apa sajakah contoh benda bergerak yang dapat kamu temui sehari-hari? Sebutkan pula gaya apa yang dapat menyebabkan benda tersebut dapat bergerak!

▪ Perencanaan

1. Buatlah perencanaan untuk mencari contoh-contoh benda bergerak dalam kehidupan sehari-hari yang terdapat di lingkungan sekitarmu. Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari contoh benda bergerak tersebut.
2. Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu. Satu kelompok dapat terdiri dari 3-4 orang.
3. Setelah selesai membuat perencanaan, konsultasikan hasil perencanaan yang telah kamu rancang kepada guru atau orangtuamu.

▪ Pelaksanaan

1. Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang, yaitu mencari contoh benda bergerak dan mengidentifikasi jenis gaya yang dapat menyebabkan benda tersebut bergerak.
2. Catatlah hasil pengamatanmu tersebut. Kamu dapat membuat tabel seperti Tabel 1.10 untuk mencatat data hasil pengamatanmu.



Tabel 1.11 Contoh Benda Bergerak dan Jenis Gaya yang Memengaruhinya

No.	Contoh Benda Bergerak	Jenis Gaya yang Memengaruhi Gerak Benda

Lakukan kegiatan ini dengan teliti dan kritis. Apabila selama kamu menyelesaikan tugas ini kamu perlu melakukan konsultasi atau bertanya kepada seseorang, maka lakukanlah dengan baik dan sopan. Apabila kamu mengalami kesulitan, kamu dapat meminta bantuan kepada guru atau orangtuamu.

▪ **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa laporan dari kegiatanmu tentang beberapa contoh benda bergerak dan jenis gaya yang dapat menyebabkan benda tersebut bergerak. Selama menyelesaikan laporan ini jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dan gunakan pula kreativitasmu untuk menyusun laporan ini! Sebaiknya laporan yang kamu susun dilengkapi dengan gambar/foto kegiatan, data hasil pengamatan, dan sumber rujukan yang digunakan. Apabila kamu telah menyelesaikan laporanmu, presentasikan hasilnya di depan kelas.





Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Gangguan dan Kelainan pada Sistem Gerak

▪ Permasalahan

Saat ini banyak orang yang menderita kelainan atau penyakit pada sistem gerak. Tetapi belum ada kegiatan sosialisasi terkait upaya menjaga kesehatan sistem gerak. Sosialisasi dapat dilakukan dengan menyebarkan artikel ataupun poster. Melalui kegiatan sosialisasi diharapkan masyarakat mengetahui upaya untuk menjaga kesehatan sistem gerak.

▪ Perencanaan

1. Buatlah perencanaan untuk mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu! Kamu dapat mencari informasi tersebut dari koran, majalah, ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik. Pada kegiatan perencanaan tersebut kamu dapat menuliskan waktu dan tempat yang akan kamu kunjungi untuk mencari kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak.
2. Lakukan kegiatan ini bersama dengan teman satu kelompokmu. Satu kelompok dapat terdiri dari 3-4 orang.
3. Setelah selesai membuat perencanaan, konsultasikan hasil perencanaanmu yang telah kamu rancang kepada guru atau orangtua.

▪ Pelaksanaan

1. Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang, yaitu mencari satu jenis kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu. Jangan lupa ambillah gambar atau foto orang yang menderita kelainan atau penyakit tersebut.
2. Carilah informasi tentang penyebab serta upaya untuk mengatasi kelainan atau penyakit yang menyerang sistem gerak yang diderita oleh orang-orang di sekitarmu.



Lakukan kegiatan ini dengan teliti dan kritis. Apabila selama kamu menyelesaikan tugas ini kamu perlu melakukan konsultasi atau bertanya kepada seseorang, maka lakukanlah dengan baik dan sopan. Apabila kamu mengalami kesulitan, kamu dapat meminta bantuan kepada guru atau orangtuamu.

▪ **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa artikel atau poster yang telah kamu susun berdasarkan informasi yang telah kamu kumpulkan. Pada artikel atau poster yang kamu susun, harus memuat informasi tentang ciri-ciri atau gejala kelainan atau penyakit, faktor yang menyebabkan kelainan atau penyakit, serta upaya untuk mengatasi kelainan atau penyakit. Selama menyelesaikan artikel atau poster ini jangan lupa bekerjasamalah dengan teman satu kelompokmu dan gunakan pula kreativitasmu untuk menyusun artikel atau poster ini! Sebaiknya artikel yang kamu susun dilengkapi dengan gambar/foto kegiatan, data hasil pengamatan, dan sumber rujukan yang digunakan. Jika kamu membuat poster, buat uraian secara ringkas! Apabila kamu telah menyelesaikan artikel atau poster tersebut, tempelkan hasilnya di mading kelas.



2

Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari



Sumber: beritad daerah.co.id

Pernahkah kamu melihat orang yang mengangkat kelapa sawit atau barang-barang yang berat dengan menggunakan gerobak dorong? Tahukah kamu, ternyata dengan menggunakan gerobak dorong, memindahkan barang yang berat lebih mudah daripada mengangkat dengan tangan. Mengapa demikian? Agar memahaminya, ayo kita pelajari materi tentang usaha dan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dengan penuh semangat!



Tuhan telah menciptakan manusia sebagai makhluk yang paling sempurna. Tuhan menganugerahkan manusia akal pikiran untuk merenungi segala makhluk yang telah diciptakan Tuhan. Melalui akal pikiran tersebut manusia dapat menemukan berbagai alat, misalnya gunting yang dapat digunakan untuk memotong kertas, membuka sebuah bungkusan atau membuka bungkus makanan, katrol yang biasa digunakan untuk mengambil air dari sumur, sekrup untuk menyatukan beberapa kayu sehingga kita dapat membuat meja, pinset untuk mengambil beberapa objek saat kamu melakukan praktikum, roda untuk mempermudah dalam memindahkan barang, dan lain sebagainya. Tanpa menggunakan beberapa alat tersebut tentu kamu akan kesulitan melakukan beberapa aktivitas yang telah disebutkan. Oleh karena itu, kamu wajib bersyukur atas anugerah akal pikiran yang diberikan Tuhan kepadamu. Kemudian bagaimana alat-alat tersebut dapat mempermudah kamu dalam melakukan berbagai aktivitas? Agar mengetahuinya, ayo kita pelajari materi ini dengan antusias!

A. Usaha

	Ayo, Kita Pelajari		Istilah Penting
	• Usaha • Daya		• Usaha • Joule • Daya • Watt • Newton • Perpindahan
	Mengapa Penting?	Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep dasar usaha dan aplikasinya dalam kehidupan.	

Pernahkah kamu berusaha mendorong tembok? Apakah tembok tersebut bergerak? Meskipun kamu merasa lelah dan berkeringat, namun saat kamu mendorong tembok tersebut, dikatakan bahwa kamu tidak melakukan usaha sama sekali atau usahanya bernilai nol. Mengapa demikian?





Ayo, Kita Pikirkan!

Perhatikan pernyataan-pernyataan yang terdapat pada Tabel 2.1! Analisislah manakah yang termasuk kegiatan melakukan usaha! Berapa besar usaha yang dilakukan?

Tabel 2.1 Pernyataan terkait Usaha

No	Pernyataan	Usaha	Bukan Usaha
1	Beni mendorong meja dengan gaya 10 N, sehingga meja tersebut berpindah sejauh 20 cm		
2	Mangga bermassa 500 gram jatuh dari pohonnya yang memiliki ketinggian 2 meter di atas permukaan tanah		
3	Siti mendorong kereta belanjanya dengan gaya 50 N dari arah rak daging ke rak sayuran kemudian kembali lagi ke rak daging		
4	Dayu menginjak telur dengan gaya sebesar 5 N hingga telur tersebut pecah		
5	Balok bermassa 2 kg dipindahkan dengan gaya sebesar 40 N sehingga berpindah sejauh 2 m		

Semakin besar gaya yang digunakan untuk memindahkan benda, semakin besar pula usaha yang dilakukan. Semakin besar perpindahan benda, semakin besar pula usaha yang dilakukan. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa besarnya usaha (W) ditentukan oleh besar gaya yang diberikan pada benda (F) dan besar perpindahannya (Δs). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$W = F \cdot \Delta s$$

dengan:

W = usaha (joule)

F = gaya (newton)

Δs = perpindahan (meter)





Ayo, Kita Pahami

Apakah kamu sudah mulai mengetahui tentang konsep dan penerapan rumus usaha? Agar kamu lebih memahami konsep dan penerapan rumus usaha, ayo pahami pertanyaan berikut!

Lani mendorong rak dengan gaya sebesar 100 N sehingga rak tersebut berpindah sejauh 10 m, sedangkan Siti mendorong rak lainnya yang sama massa dan ukurannya dengan gaya sebesar 400 N sehingga rak tersebut berpindah sejauh 40 m. Berapakah besar usaha yang dilakukan oleh Lani dan Siti?

Diketahui:

$$\begin{array}{ll} F_{\text{Lani}} = 100 \text{ N} & \Delta s_{\text{Lani}} = 10 \text{ m} \\ F_{\text{Siti}} = 400 \text{ N} & \Delta s_{\text{Siti}} = 40 \text{ m} \end{array}$$

Ditanya: W_{Lani} dan W_{Siti}

Jawab:

$$W = F \cdot \Delta s$$

$$W_{\text{Lani}} = 100 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 1.000 \text{ J}$$

$$W_{\text{Siti}} = 400 \text{ N} \cdot 40 \text{ m} = 16.000 \text{ J}$$

Jadi, besar usaha yang dilakukan oleh gaya dorong Lani adalah 1.000 J dan besar usaha yang dilakukan oleh gaya dorong Siti adalah 16.000 J.

Berdasarkan fitur “Ayo, Kita Pahami”, bagaimana dengan laju energi yang dikeluarkan oleh Lani dan Siti, siapakah di antara Lani dan Siti yang mengeluarkan energi paling banyak untuk memindahkan rak? Laju energi atau daya (P) adalah besar energi yang dipergunakan dalam setiap detik, sehingga dapat ditentukan dengan cara membagi besar usaha (W) dengan selang waktunya (t), atau secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

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

dengan:

P = daya (watt)

W = usaha (joule)

t = waktu (sekon)





Ayo, Kita Pahami

Agar kamu dapat lebih memahami tentang energi yang diperlukan oleh Lani dan Siti untuk memindahkan rak, ayo simak contoh soal berikut!

Lani memindahkan rak dengan usaha sebesar 1.000 J dalam waktu 10 sekon, sedangkan Siti memindahkan rak tersebut dengan usaha sebesar 16.000 J dalam waktu 40 sekon. Berapakah daya yang dikeluarkan Lani dan Siti untuk memindahkan rak?

Diketahui:

$$W_{\text{Lani}} = 1.000 \text{ J}$$

$$t_{\text{Lani}} = 10 \text{ s}$$

$$W_{\text{Siti}} = 16.000 \text{ J}$$

$$t_{\text{Siti}} = 40 \text{ s}$$

Ditanya: P_{Lani} dan P_{Siti}

Jawab:

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

$$P_{\text{Lani}} = \frac{1.000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 100 \text{ watt}$$

$$P_{\text{Siti}} = \frac{16.000 \text{ J}}{40 \text{ s}} = 400 \text{ watt}$$

Jadi, daya yang dikeluarkan Lani adalah sebesar 100 watt dan Siti adalah sebesar 400 watt.



Ayo, Kita Selesaikan

Beny mendorong kereta belanja dengan gaya sebesar 250 N sehingga kereta belanjanya maju ke depan sejauh 50 m. Waktu yang diperlukan oleh Beny untuk mendorong kereta belanja tersebut adalah 50 sekon. Tentukan:

- besar usaha yang dilakukan oleh Beny untuk mendorong kereta belanja,
- daya yang dilakukan Beny untuk mendorong kereta belanja.



B. Pesawat Sederhana

Ayo, Kita Pelajari



- Jenis-jenis pesawat sederhana
- Prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak manusia



Istilah Penting

- Pesawat sederhana
- Katrol
- Roda berporos
- Bidang miring
- Pengungkit jenis pertama
- Pengungkit jenis kedua
- Pengungkit jenis ketiga

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari serta dalam sistem gerak manusia.

Pada saat kita melakukan aktivitas, kita selalu berupaya agar dapat melakukan usaha dengan mudah. Oleh karena itu, kita menggunakan alat bantu (pesawat sederhana) untuk membantu melakukan aktivitas. Agar kamu dapat memahami pentingnya pesawat sederhana bagi kehidupan sehari-hari, ayo diskusikan beberapa aktivitas berikut.



Ayo, Kita Diskusikan

Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam aktivitas yang sering dilakukan oleh orang-orang di sekitarmu! Menurut pendapatmu, aktivitas-aktivitas tersebut lebih mudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu atau dengan tangan saja?

Tabel 2.2 Kegiatan Sehari-hari dan Pesawat Sederhana yang Digunakan sebagai Alat Bantu

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan
1	Memotong kertas	Alat pemotong kertas
2	Menggunting rumput	Gunting
3	Memotong daging	
4	Mencabut paku	Catut
5	Mengerek bendera	
6	dan seterusnya hingga 10 jenis aktivitas	



Berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan, dapat diketahui bahwa manfaat dari pesawat sederhana adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berikut ini akan dibahas beberapa jenis pesawat sederhana yang ada di sekitarmu. Selain itu, akan dijelaskan pula keuntungan mekanis dari penggunaan pesawat sederhana.

1. Jenis-Jenis Pesawat Sederhana

a. Katrol

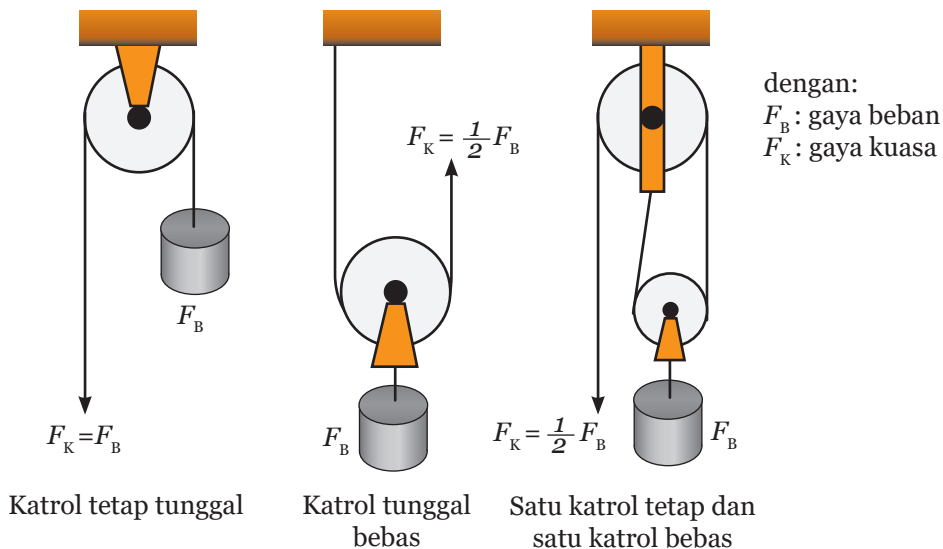
Tahukah kamu bagaimana seseorang dapat mengambil air dari sumur yang dalam dengan menggunakan timba (Gambar 2.1). Ini karena orang tersebut memanfaatkan katrol tetap yang berfungsi untuk mengubah arah gaya. Jika tali yang terhubung pada katrol ditarik ke bawah, maka secara otomatis timba yang berisi air akan terkerek ke atas. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan 1. Karena pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.1 Katrol Tetap Tunggal

Berbeda dengan katrol tetap, kedudukan katrol bebas berubah dan tidak dipasang di tempat tertentu. Perhatikan Gambar 2.2!

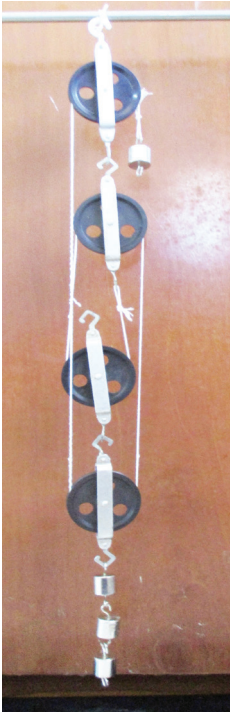


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.2 Beberapa Jenis Katrol

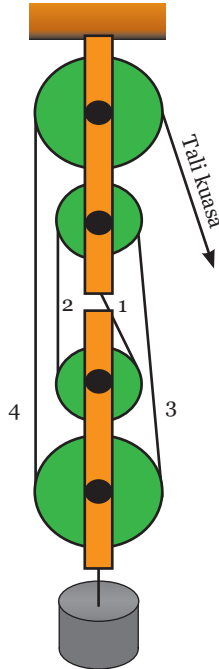


Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban. Katrol jenis ini biasanya ditemukan di pelabuhan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas. Keuntungan mekanis dari katrol bebas lebih besar dari 1. Pada kenyataannya nilai keuntungan mekanis dari katrol bebas tunggal adalah 2. Hal ini berarti bahwa gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.3 Katrol Majemuk



Agar gaya kuasa yang diberikan pada benda semakin kecil, maka diperlukan katrol majemuk. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Katrol majemuk biasa digunakan dalam bidang industri untuk mengangkat benda-benda yang berat. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Misalnya seperti pada Gambar 2.3, gaya kuasa pada katrol majemuk tersebut adalah 4, karena jumlah tali yang mengangkat beban ada 4 (tali kuasa tidak diperhitungkan). Tahukah kamu, kerugian apakah yang terjadi pada penggunaan katrol majemuk? Coba diskusikan dengan teman-temanmu!



Ayo, Kita Pahami

Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat sederhana menggandakan gaya. Dapatkah kamu menghitungnya? Caranya dengan menghitung besar perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan pada benda. Berikut adalah persamaan matematisnya:

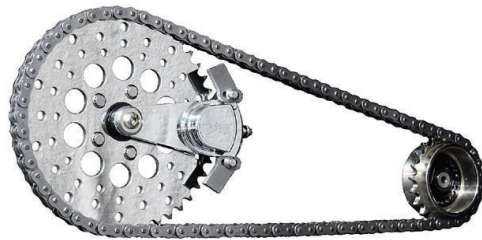


$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{F_B}{F_K}$$

Tidak semua pesawat sederhana dapat menggandakan gaya. Contohnya adalah katrol tetap tunggal. Katrol ini hanya berfungsi untuk mengubah arah gaya. Oleh karena itu, pada katrol tetap tunggal hanya memiliki keuntungan mekanis sebesar 1. Hal ini disebabkan besarnya gaya kuasa sama dengan gaya beban.

b. Roda Berporos

Kamu tentunya sudah tidak asing lagi dengan sepeda, bahkan sebagian besar di antara kamu pasti pernah menggunakannya. Roda gigi (*gear*) dan ban pada sepeda adalah salah satu contoh pesawat sederhana yang tergolong roda berporos. Roda gigi berfungsi sebagai pusat pengatur gerak roda sepeda yang terhubung langsung dengan roda sepeda, sedangkan roda sepeda menerapkan prinsip roda berporos untuk mempercepat gaya saat melakukan perjalanan. Gambar 2.4 menunjukkan roda gigi pada sepeda motor sebagai contoh roda berporos. Selain roda sepeda, contoh penerapan pesawat sederhana jenis roda berporos adalah pada kursi roda, mobil, dan sepatu roda.



Sumber: www.billetboard.com

Gambar 2.4 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada Sepeda Motor

c. Bidang Miring

Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa. Contoh penerapan bidang miring adalah tangga, sekrup, dan pisau.



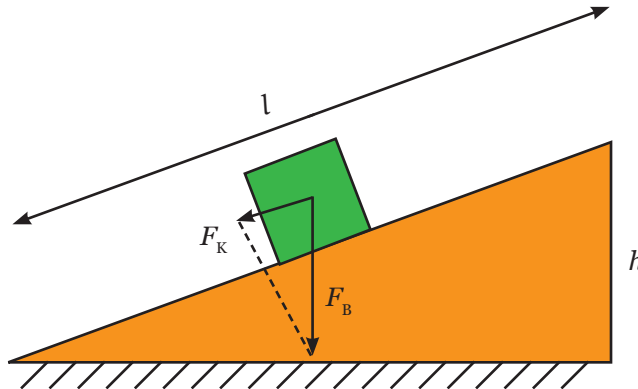
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.5 Contoh Bidang Miring: Sekrup



Perhatikan Gambar 2.6! Keuntungan mekanis bidang miring dapat dihitung sebagai berikut.

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban } (F_B)}{\text{Gaya Kuasa } (F_K)}$$



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.6 Benda di Bidang Miring

Karena segi tiga yang besar sebangun dengan segitiga yang kecil, maka

$$\frac{F_B}{F_K} = \frac{l}{h}$$

sehingga, $KM_{\text{bidang miring}} = \frac{l}{h}$

dengan:

KM = keuntungan mekanis

F_B = gaya beban

F_K = gaya kuasa

l = panjang bidang miring

h = tinggi bidang miring





Ayo, Kita Lakukan

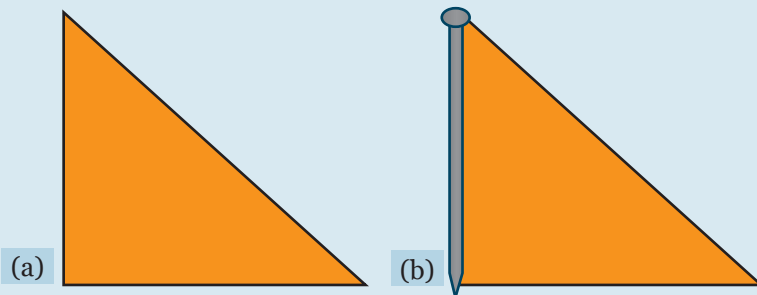
Aktivitas 2.1 Membuktikan Bahwa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring

Apa yang kamu perlukan?

1. Paku besar
2. Kertas berbentuk segitiga siku-siku

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Meletakkan paku besar di atas kertas segitiga (Perhatikan Gambar 2.7!)
2. Gulunglah paku tersebut hingga mencapai ujung kertas! Amati bentuk kertas pada bagian sisi gulungan!



Sumber: Dok. Kemdikbud

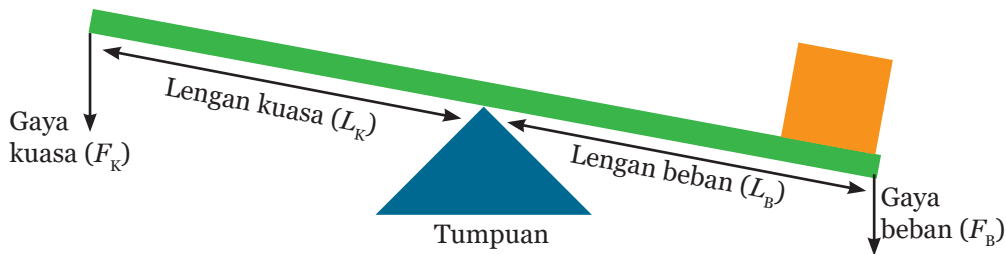
Gambar 2.7 (a) Kertas Berbentuk Segitiga, (b) Posisi Kertas dan Paku

3. Berdasarkan hasil pengamatanmu, buatlah kesimpulan yang berkaitan dengan penerapan bidang miring!

d. Pengungkit

Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh alat-alat yang merupakan pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya. Tabel 2.3 menunjukkan berbagai jenis pengungkit yang dikelompokkan berdasarkan variasi letak titik tumpu, lengan kuasa, dan lengan beban.





Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.8 Posisi Lengan Kuasa dan Lengan Beban

Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Agar kita dapat mengetahui besar gaya yang dilipatgandakan oleh pengungkit maka kita harus menghitung keuntungan mekanisnya. Cara menghitung keuntungan mekanisnya adalah dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. Panjang lengan kuasa adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. Panjang lengan beban adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban. Agar kamu mudah memahaminya, perhatikan Gambar 2.8!

Karena syarat kesetimbangan tuas adalah $F_B \times L_B = F_K \times L_K$

dan $KM = \frac{F_B}{F_K}$, maka $KM_{\text{tuas}} = \frac{L_K}{L_B}$

dengan :

KM = keuntungan mekanis

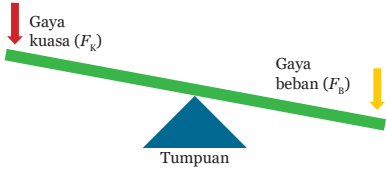
F_B = gaya beban

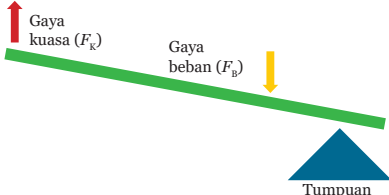
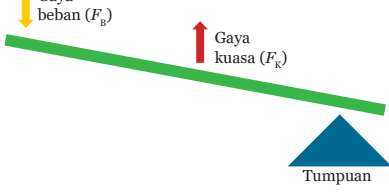
F_K = gaya kuasa

L_K = lengan kuasa

L_B = lengan beban

Tabel 2.3 Jenis Pengungkit yang Dikelompokkan Berdasarkan Letak Titik Tumpu, Lengan Kuasa, dan Lengan Beban

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Pertama		

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		

Sumber: Dok. Kemdikbud



Ayo, Kita Diskusikan

Menurut kamu, apakah pengungkit jenis ketiga dapat membuat gaya kuasa yang digunakan untuk mengangkat beban menjadi lebih kecil dari gaya bebannya? Jelaskan!



Ayo, Kita Pikirkan!

Beni dan ayahnya sedang bermain jungkat-jungkit di taman kota. Ketika tumpuan berada di tengah-tengah jungkat-jungkit, Beni tidak dapat mengangkat ayahnya. Bagaimanakah caranya agar Beni dan ayahnya dapat berjungkat-jungkit?





Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi Syarat Keseimbangan Pengungkit

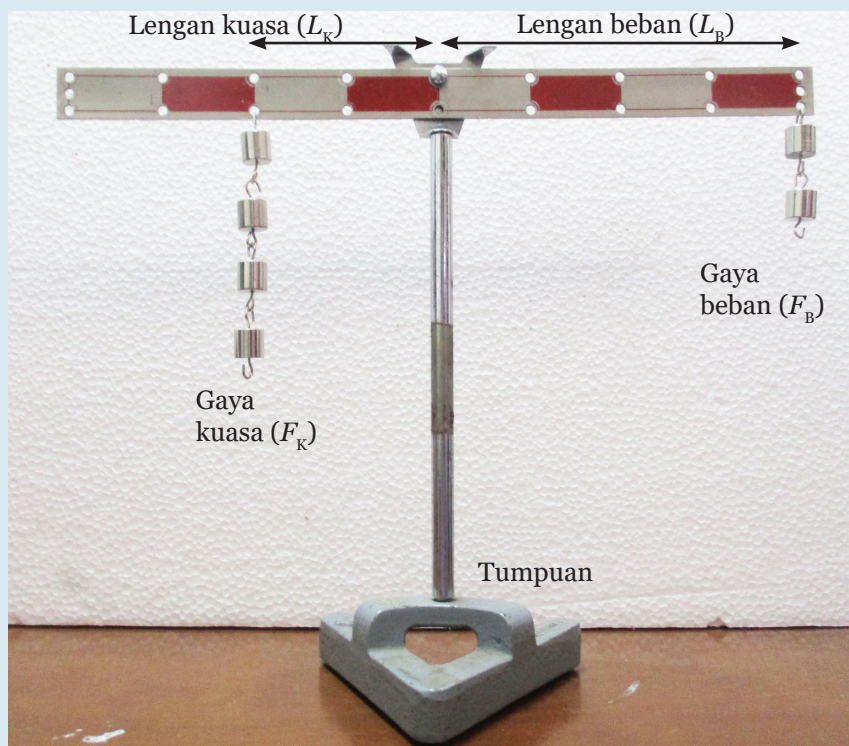
Jika terdapat dua orang yang memiliki berat badan berbeda, yaitu gemuk dan kurus ingin bermain jungkat-jungkit, di manakah posisi yang dapat diduduki orang yang gemuk jika orang yang kurus duduk di ujung kiri? Coba jawab pertanyaan ini dengan bantuan kegiatan berikut.

Apa yang kamu perlukan?

Set percobaan pengungkit seperti pada Gambar 2.9.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah set percobaan seperti pada Gambar 2.9.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.9 Set Percobaan Keseimbangan Pengungkit



2. Tentukan sisi yang bertindak sebagai kuasa dan bertindak sebagai beban.
3. Gantungkan beban gantung pada sisi beban dan beban gantung lain pada sisi kuasa.
4. Aturlah jaraknya antara beban dan kuasa hingga posisinya seimbang.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak 5 kali dengan menambah berat beban (F_B), tetapi letak beban (L_B) dan berat kuasa (F_K) tetap. Amati dan catat datanya pada Tabel 2.4!

Tabel 2.4 Data Hasil Pengamatan Syarat Kesetimbangan Pengungkit

No	L_b (N)	L_b (m)	F_k (N)	L_k (m)	$F_b \times L_b$ (J)	$F_k \times L_k$ (J)
1						
2						
3						
4						
5						

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah

Apa yang kamu perlukan?

Buku IPA dan alat tulis.

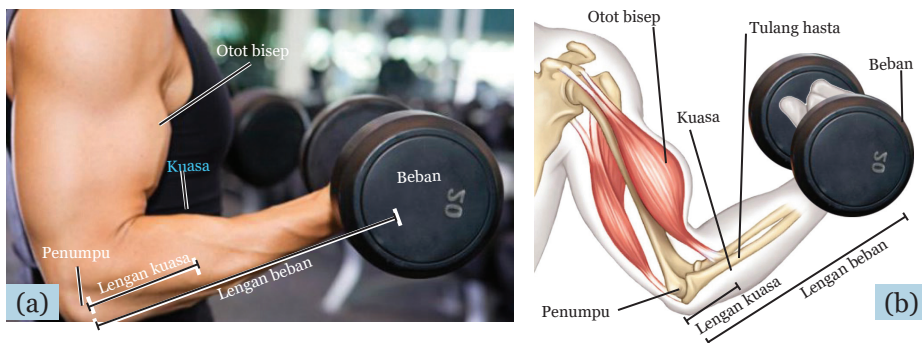
Apa yang harus kamu lakukan?

1. Identifikasilah minimal 10 macam alat-alat yang termasuk pesawat sederhana yang ada di rumahmu.
2. Catatlah hasilnya di bukumu!



2. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Sistem Gerak Manusia

Selain pada peralatan yang biasa kamu gunakan pada kehidupan sehari-hari tersebut, prinsip pesawat sederhana juga ada yang berlaku pada struktur otot dan rangka manusia. Pada saat mengangkat barbel telapak tangan yang menggenggam barbel berperan sebagai gaya beban, titik tumpu berada pada siku (sendi di antara lengan atas dan lengan bawah), dan kuasanya adalah lengan bawah. Titik tumpu berada di antara lengan beban dan kuasa, oleh karena itu lengan disebut sebagai pesawat sederhana pengungkit jenis ketiga.



Sumber: Dok.Kemdikbud

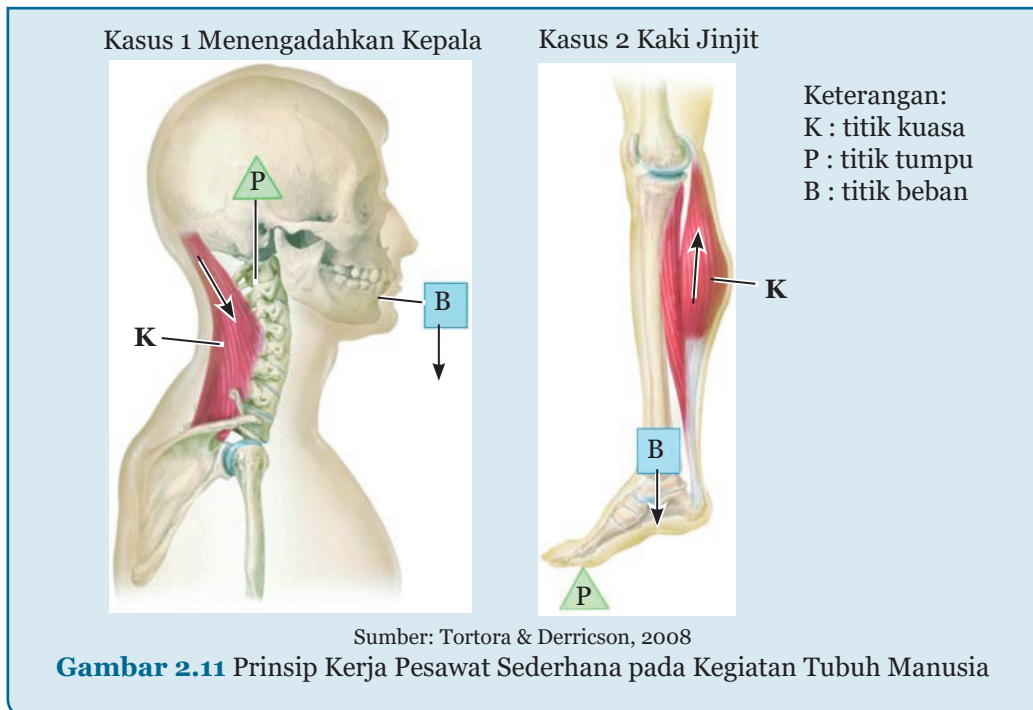
Gambar 2.10 (a) Seseorang Mengangkat Barbel, (b) Posisi Lengan Kuasa, Lengan Beban, dan Penumpu pada Tangan Saat Mengangkat Barbel



Ayo, Kita Diskusikan

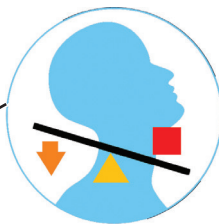
Dengan menggunakan prinsip kerja pesawat sederhana, coba kamu tuliskan penjelasan untuk contoh kasus 1 dan kasus 2 penerapan prinsip pesawat sederhana pada struktur otot dan rangka manusia saat melakukan suatu aktivitas!





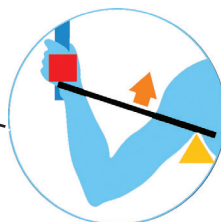
Selain pada kegiatan mengangkat barbel, jinjit, berdiri, dan menunduk, prinsip pengungkit juga dapat digunakan untuk menganalisis pola gerak tubuh pada saat bermain bulutangkis seperti pada Gambar 2.12!





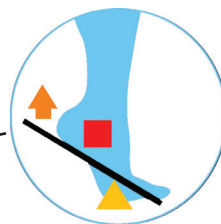
PENGUNGKIT JENIS I

Titik tumpu berada di antara kuasa beban. Hal ini terjadi ketika pemain bulutangkis menggunakan otot leher untuk menengadahkan kepalanya



PENGUNGKIT JENIS III

Kuasa terletak di antara titik tumpu dan beban. Kondisi ini terjadi ketika pemain bulutangkis menegangkan otot lengan dan bahu



PENGUNGKIT JENIS II

Beban berada di antara titik tumpu dan kuasa. Kondisi ini terjadi ketika otot betis pemain bulutangkis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.12 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Saat Bermain Bulutangkis





Ayo, Kita Renungkan

Konsep usaha, daya, dan pesawat sederhana hanyalah sebagian kecil ilmu Tuhan yang dapat digunakan untuk menjelaskan bagaimana sistem kerja benda-benda yang ada. Berkat ilmu tersebut kita juga dapat memahami bagaimana cara kerja anggota gerak manusia yang sangat efektif. Tulang sebagai alat gerak aktif bagaikan pengungkit yang digerakkan secara harmonis oleh gaya otot. Gerakan-gerakan pengungkit tersebut sangat efisien dengan keuntungan mekanis tertentu sehingga mampu memperkecil energi yang harus dikeluarkan oleh tubuh. Tuhan mengatakan bahwa jika air lautan adalah tinta, maka kamu takkan pernah cukup menggunakannya untuk menuliskan seluruh ilmu-Nya. Maka teruslah belajar dan tetaplah rendah hati. Pernahkah kamu membayangkan bagaimana istimewanya ciptaan Tuhan yang satu ini? Sudahkah kamu mensyukuri segala ciptaan Tuhan termasuk dengan adanya pesawat sederhana? Coba jawablah beberapa pertanyaan yang terdapat pada Tabel 2.5!

Tabel 2.5 Pertanyaan untuk Refleksi

Terkait Usaha dan Pesawat Sederhana dalam Kehidupan Sehari-hari

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu menggunakan gunting atau pisau saat memotong sesuatu secara berhati-hati?		
2	Apakah kamu membuka tutup botol dengan pembuka tutup botol secara berhati-hati?		
3	Apakah kamu menaikkan bendera pada tiang dengan menggunakan katrol?		
4	Apakah kamu membawa barang belanjaan dengan kereta dorong?		
5	Apakah kamu bersyukur dengan adanya pesawat sederhana?		

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 2 (dua)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 0 (nol)



Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

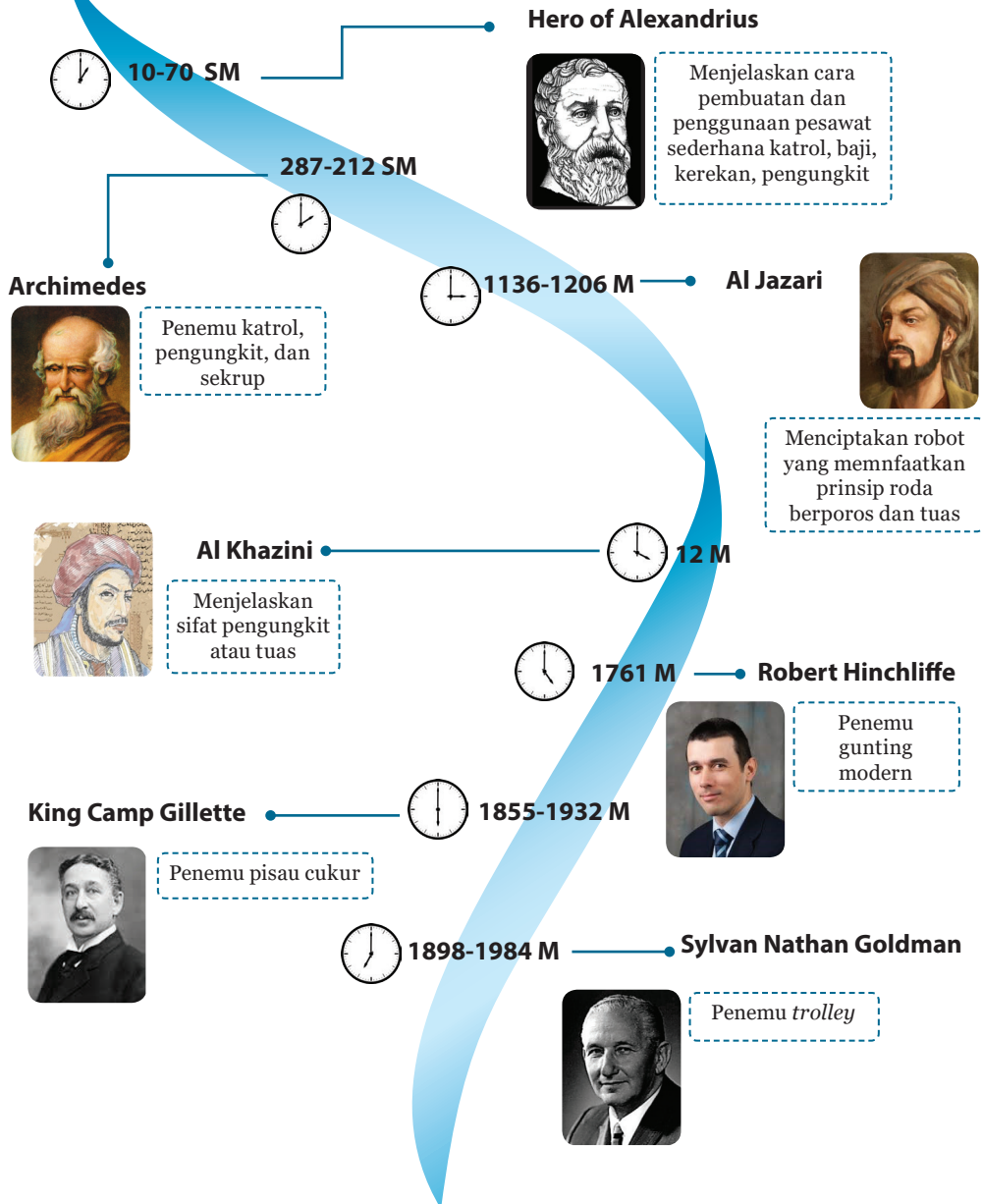
- Skor 0 - 3 : berarti kamu belum memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik
- Skor 4 - 6 : berarti kamu telah memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik
- Skor 7 - 10 : berarti kamu telah memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan sangat baik

Untuk kamu yang belum memanfaatkan alat-alat yang menerapkan prinsip pesawat sederhana dengan baik, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan motivasimu dalam belajar terkait konsep usaha dan pesawat sederhana.





Info Tokoh





Rangkuman

1. Usaha adalah besarnya energi yang digunakan gaya untuk memindahkan suatu benda.
2. Besarnya usaha (W) ditentukan oleh besar gaya yang diberikan pada benda (F) dan besar perpindahannya (Δs).
3. Pesawat sederhana adalah alat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia.
4. Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat menggandakan gaya.
5. Jenis-jenis pesawat sederhana ada empat, yaitu katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.
6. Katrol terdiri atas katrol tetap dan katrol bebas. Katrol tetap berfungsi untuk mengubah arah gaya. Pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan 1. Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban.
7. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu.
8. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban.
9. Beberapa benda yang menerapkan prinsip roda berporos di antaranya roda sepeda, kursi roda, mobil, dan sepatu roda.
10. Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa.
11. Beberapa benda yang menerapkan prinsip bidang miring di antaranya tangga, sekrup, dan pisau.

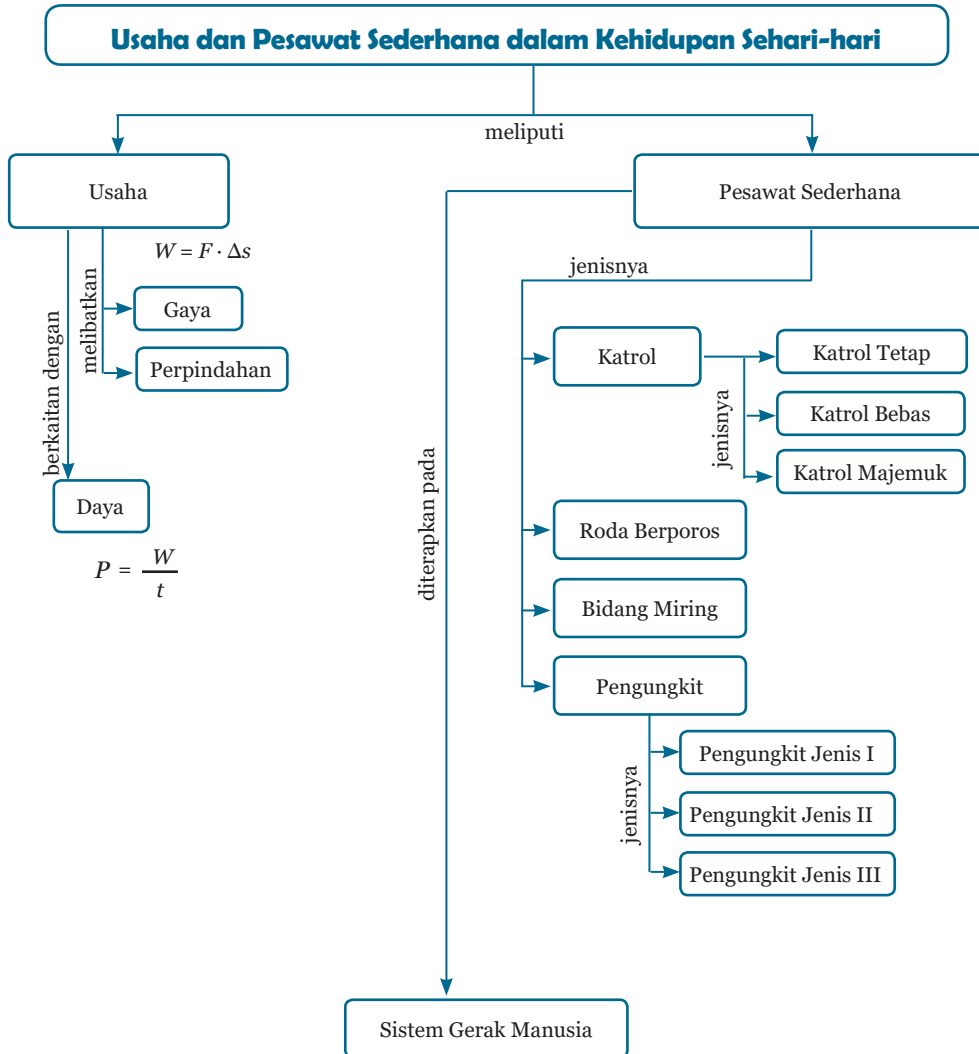


12. Pengungkit terdiri atas tiga jenis, yaitu jenis pertama yang titik tumpunya terletak di antara beban dan kuasa, jenis kedua yang titik bebannya ada di antara kuasa dan tumpu, serta jenis ketiga yang titik kuasanya ada di antara beban dan tumpu.
13. Beberapa benda yang menerapkan prinsip pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya.
14. Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya.
15. Koordinasi otot dan tulang memiliki kesesuaian dengan prinsip pesawat sederhana.
16. Lengan merupakan salah satu organ yang menerapkan prinsip pesawat sederhana yaitu merupakan pengungkit jenis ketiga.
17. Alat-alat dalam kehidupan yang mengikuti prinsip pesawat sederhana terdiri atas katrol, roda berporos, bidang miring, dan pengungkit.





Bagan Konsep





Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- Perhatikan pernyataan berikut ini.
 - Edo mendorong meja dengan gaya sebesar 30 N sehingga meja berpindah sejauh 2 m.
 - Seekor kuda menarik delman dengan gaya sebesar 4.000 N sehingga delman berpindah sejauh 15 m.
 - Sebuah mobil menghantam sebuah pohon dengan gaya 2.000 N sehingga pohon tumbang di tempat.Pernyataan di atas yang merupakan contoh usaha dalam IPA adalah
 - (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (3) dan (1)
 - (1), (2), dan (3)
- Dayu menarik sebuah gerobak berisi pasir dengan gaya sebesar 500 N sehingga gerobak tersebut berpindah sejauh 10 m. Berdasarkan pernyataan tersebut, besar usaha yang dilakukan Dayu adalah ... J.
 - 5
 - 50
 - 500
 - 5.000
- Jarak yang ditempuh oleh mobil saat melaju dengan usaha sebesar 15.000 J dan gaya sebesar 500 N adalah ... m.
 - 3
 - 30
 - 25
 - 250
- Besar daya yang dilakukan oleh seekor sapi yang menarik gerobak dengan gaya 7.000 N sehingga gerobak tersebut dapat berpindah sejauh 10 m dalam waktu 35 detik adalah ... watt.
 - 2.000
 - 5.000



C. 12.500

D. 24.500

5. Prinsip kerja pesawat sederhana pada saat seseorang mengangkat barbel adalah
- A. bidang miring
 - B. pengungkit jenis I
 - C. pengungkit jenis II
 - D. pengungkit jenis III
6. Prinsip kerja pesawat sederhana pada saat otot betis pemain bulutangkis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya adalah
- A. bidang miring
 - B. pengungkit jenis I
 - C. pengungkit jenis II
 - D. pengungkit jenis III

Perhatikan gambar berikut ini! Gambar berikut sebagai acuan untuk menjawab pertanyaan nomor 7 dan 8!



(1)



(2)



(3)



(4)

7. Alat yang termasuk ke dalam golongan bidang miring adalah
- A. (1)
 - B. (2)
 - C. (3)
 - D. (4)
8. Alat yang termasuk ke dalam golongan roda berporos adalah
- A. (1)
 - B. (2)
 - C. (3)
 - D. (4)



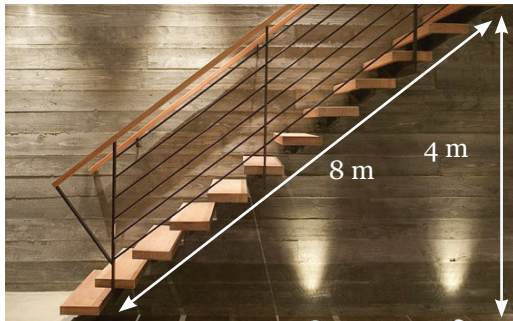
9. Perhatikan gambar berikut ini!



Sumber: www.dhgate.com

Prinsip kerja tangan anak yang sedang menarik koper pada gambar di atas sama dengan prinsip kerja

- A. roda berporos
 - B. pengungkit jenis ketiga
 - C. pengungkit jenis kedua
 - D. pengungkit jenis pertama
10. Berikut merupakan gambaran skematis tangga yang ada di rumah Dayu. Panjang tangga tersebut adalah 8 meter, sedangkan ketinggiannya adalah 4 meter.



Sumber: www.rumahmi.com

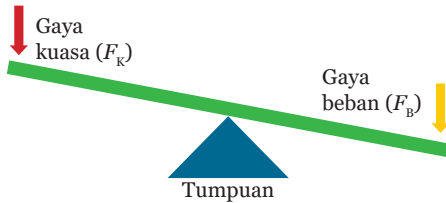
Keuntungan mekanis dari penggunaan tangga tersebut adalah

- A. $\frac{1}{2}$
- B. 2
- D. 8
- C. 4



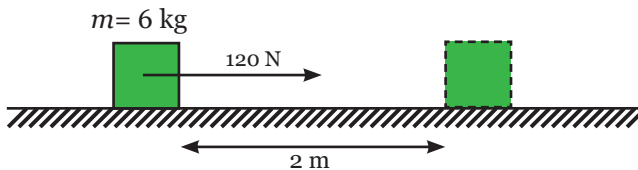
B. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan benar!

1. Perhatikan gambar berikut ini!



Termasuk pengungkit jenis berapakah gambar tersebut? Mengapa demikian? Sebutkan dua contoh benda yang ada di sekitar kamu yang menggunakan prinsip kerja pengungkit tersebut!

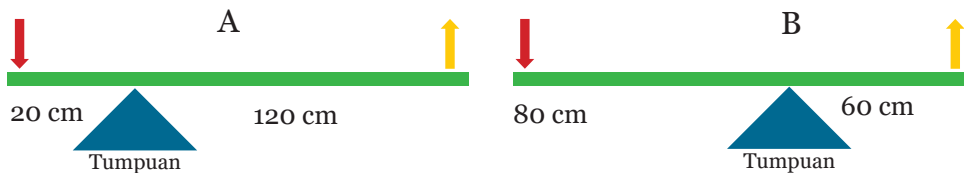
2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Hitunglah:

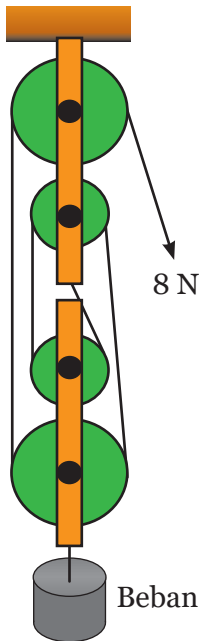
- Besar usaha yang dikerjakan oleh balok.
- Besar daya yang dilakukan oleh balok dalam waktu 10 detik.

3. Perhatikan dua gambar pengungkit di bawah ini!



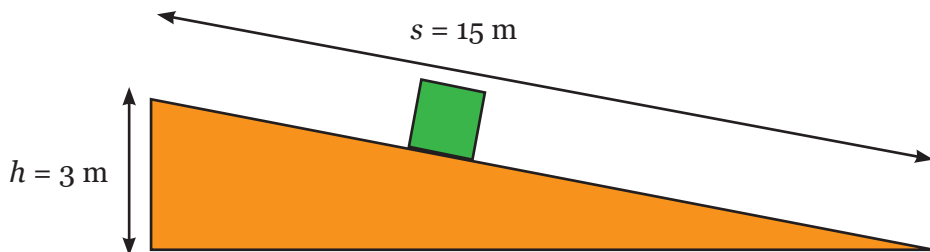
Pengungkit manakah yang lebih membutuhkan sedikit energi jika digunakan?

4. Perhatikan gambar berikut!



Berapakah besar beban yang ditarik oleh katrol majemuk di atas?

5. Perhatikan gambar berikut!



Berapakah besar keuntungan mekanis bidang miring tersebut?





Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Mengidentifikasi Permasalahan Terkait Pesawat Sederhana di Lingkungan Sekitar

▪ **Permasalahan**

Pesawat sederhana banyak dimanfaatkan untuk memudahkan pekerjaan manusia. Permasalahan apa sajakah di lingkungan sekitarmu yang seharusnya diatasi dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana, tetapi belum dipecahkan dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana?

▪ **Perencanaan**

Rancanglah kegiatan penyelidikan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di lingkungan sekitar yang seharusnya diatasi dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana, tetapi belum dipecahkan dengan menggunakan prinsip pesawat sederhana. Lakukan kegiatan ini dalam kelompok (2 orang per kelompok). Konsultasikan kepada guru perencanaan yang akan kamu lakukan.

▪ **Pelaksanaan**

Lakukan kegiatan yang sudah kamu rancang. Catat permasalahan yang kamu dapatkan dari hasil identifikasi dan tentukan prinsip pesawat sederhana apa yang dapat kamu sarankan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Lakukan kegiatan ini dengan sungguh-sungguh. Jika kalian mengalami kesulitan mintalah bantuan pada guru atau orangtuamu.

▪ **Penilaian**

Penilaian dilakukan berdasarkan produk berupa laporan tertulis hasil penyelidikan tentang permasalahan yang kamu temukan serta saran penggunaan pesawat sederhana yang dapat kamu berikan untuk mengatasi permasalahan tersebut.



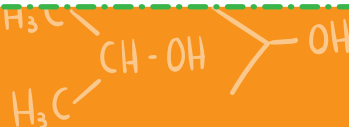
3

Struktur dan Fungsi Tumbuhan



Sumber: Dok. Kemdikbud

Apakah kamu pernah mengamati bagian-bagian tumbuhan dengan saksama? Tahukah kamu tumbuhan tersusun atas organ dan jaringan apa saja? Apakah kamu juga tahu struktur dan fungsi dari masing-masing organ dan jaringan penyusun tumbuhan? Tahukah kamu banyak struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang diaplikasikan dalam berbagai teknologi? Kamu tentu tertarik bukan untuk mengetahui jawaban pertanyaan-pertanyaan tersebut? Oleh karena itu, ayo pelajari bab ini dengan penuh semangat!



Kita wajib bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah menjadikan negara Indonesia ini menjadi negara yang subur, sehingga banyak jenis tumbuhan yang tumbuh di Indonesia. Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang berperan dalam menyediakan oksigen (O_2), karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral bagi manusia serta berbagai jenis hewan yang ada di bumi. Oksigen dibutuhkan oleh manusia dan hewan untuk proses pernapasan; karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi; protein sebagai zat pembangun tubuh; vitamin dan mineral berfungsi membantu reaksi-reaksi dalam tubuh.

Salah satu jenis tumbuhan yang banyak ditanam oleh masyarakat di Indonesia adalah padi (*Oryza sativa*). Perhatikan Gambar 3.1! Tanaman padi mampu menghasilkan beras yang kemudian kita masak menjadi nasi, yang berfungsi sebagai sumber karbohidrat. Pernahkah kamu berpikir bagaimana padi dapat menghasilkan beras? Di manakah proses tersebut berlangsung? Bagian manakah dari tumbuhan yang berperan untuk proses tersebut?



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.1 Tanaman Padi (*Oryza sativa*)

Kamu tentu penasaran bukan? Bayangkan juga jika di Indonesia ini tidak terdapat tumbuhan, tentunya manusia dan hewan tidak dapat hidup.

Tuhan telah merancang tubuh tumbuhan dengan tersusun atas bagian-bagian yang memiliki struktur tertentu dan masing-masing memiliki fungsi khusus sehingga tumbuhan dapat melakukan berbagai proses dalam kehidupannya. Struktur tubuh tumbuhan banyak yang menginspirasi manusia untuk mengembangkan teknologi tertentu yang bermanfaat bagi manusia, misalnya struktur dan proses yang terjadi di daun. Daun memiliki struktur yang lebar, tipis, dan berfungsi untuk proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis ini energi cahaya (misalnya yang berasal dari cahaya matahari) ditangkap oleh pigmen hijau dalam daun yang kemudian diubah menjadi energi kimia. Energi kimia selanjutnya disimpan sementara untuk digunakan dalam pengubahan karbon dioksida (CO_2) menjadi glukosa. Tahukah kamu bahwa mekanisme fotosintesis ini menginspirasi manusia untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga matahari (surya)?



Masih banyak struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang menginspirasi manusia dalam mengembangkan teknologi. Kamu tertarik untuk mengetahuinya bukan? Ayo, kita pelajari materi ini dengan semangat!

A. Struktur dan Fungsi Akar, Batang, Daun, dan Bunga

Ayo, Kita Pelajari



- Organ vegetatif: akar, batang, dan daun
- Organ generatif: bunga, buah, dan biji



Istilah Penting

- Organ vegetatif
- Akar serabut
- Akar tunggang
- Organ generatif

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagian-bagian penyusun tubuh tumbuhan serta fungsinya bagi tumbuhan dalam melakukan proses dalam kehidupannya.

Masih ingatkah kamu bahwa tumbuhan dapat diklasifikasikan menjadi kelompok tumbuhan tidak berpembuluh (*Thallophyta*) dan tumbuhan berpembuluh (*Tracheophyta*)? Tumbuhan tidak berpembuluh (*Thallophyta*) meliputi tumbuhan lumut (*Bryophyta*). Tumbuhan berpembuluh (*Tracheophyta*) meliputi tumbuhan paku (*Pteridophyta*) dan tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*). Tumbuhan berbiji dapat dikelompokkan lagi menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*). Pada bagian ini kamu akan mempelajari lebih dalam tentang tumbuhan berpembuluh.

Masih ingatkah kamu apa itu organ? Organ merupakan kumpulan dari beberapa macam jaringan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan fungsi tertentu. Tahukah kamu organ penyusun tumbuhan berpembuluh? Tubuh tumbuhan berpembuluh tersusun atas beberapa organ. Secara umum, organ penyusun tumbuhan berpembuluh dapat dikelompokkan menjadi organ vegetatif dan organ generatif.

Apakah organ vegetatif itu? Organ vegetatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan,



pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun. Organ generatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi dalam proses perkembangbiakan secara generatif atau seksual (didahului oleh peristiwa perkawinan). Pada tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*) organ generatif terdiri atas bunga, buah, dan biji. Sebelum kita mempelajari lebih dalam tentang organ vegetatif pada tumbuhan berpembuluh, ayo kita lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.1 Mengidentifikasi Organ Penyusun Tumbuhan beserta Fungsinya

Apa yang kamu perlukan?

1. Tumbuhan bayam (*Amaranthus* sp.), tumbuhan pacar air (*Impatiens balsamina*), kangkung (*Ipomoea reptans*), atau tanaman lainnya lengkap dengan akar, batang, dan daun.
2. Jahe/kunyit/lengkuas
3. Kentang
4. Wortel
5. Singkong
6. Tumbuhan kaktus/tumbuhan buah naga

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Bersama kelompokmu, amati dan deskripsikan ciri-ciri umum dari akar, batang, dan daun dari tumbuhan bayam, pacar air, atau kangkung.
2. Jelaskan fungsi dari masing-masing organ yang telah kamu amati!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bersama kelompokmu amatilah rimpang jahe/kunyit/lengkuas, kentang, wortel, dan singkong! Apakah termasuk batang, akar, atau daun? Kemukakan alasanmu!
2. Bersama kelompokmu amatilah tanaman kaktus/buah naga. Apakah tanaman kaktus/buah naga memiliki daun? Di manakah tempat fotosintesis tanaman kaktus?



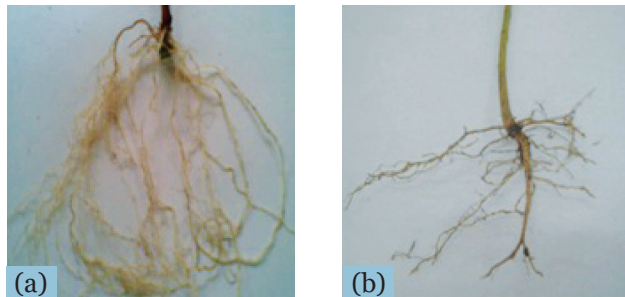
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.1, dapatkah kamu membedakan antara akar dan batang? Menurutmu rimpang jahe, kunyit, dan lengkuas termasuk akar atau batang? Agar kamu dapat membedakannya, pelajailah struktur akar dan batang berikut ini.

1. Struktur dan Fungsi Akar

Akar merupakan organ tumbuhan yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, tidak memiliki buku-buku, tumbuh ke pusat bumi atau menuju air, warna tidak hijau (keputih-putihan atau kekuning-kuningan), dan memiliki bentuk meruncing. Pernahkah kamu mendengar sistem perakaran? Coba perhatikan Gambar 3.2. Terdapat dua jenis sistem perakaran pada tumbuhan, yaitu serabut dan tunggang. Tumbuhan monokotil seperti padi, jagung, dan rumput memiliki sistem perakaran serabut. Sebaliknya pada tumbuhan dikotil seperti kacang tanah dan mangga memiliki sistem perakaran tunggang.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.2 Sistem Perakaran Tumbuhan (a) Akar Serabut, (b) Akar Tunggang

Akar memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya, menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya. Pada beberapa tumbuhan, akar mengalami modifikasi sehingga dapat memiliki fungsi untuk menyimpan cadangan makanan misalnya pada singkong dan bengkuang serta berfungsi juga untuk menyerap oksigen atau untuk bernapas, misalnya pada tumbuhan bakau.





Sumber: (a) Campbell *et al.* 2008. (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 3.3 (a) Akar Penyimpan Cadangan Makanan pada Singkong, (b) Akar Napas pada Tumbuhan Bakau

Pada wortel dan lobak akar tunggang berfungsi menyimpan cadangan makanan yang akan digunakan tumbuhan selama perbungaan dan pembentukan buah. Oleh karena itu, wortel dan lobak akan dipanen sebelum perbungaan. Sekarang coba carilah akar-akar lain yang mengalami modifikasi sebagaimana terdapat pada fitur “Ayo, Kita Cari Tahu”.



Ayo, Kita Cari Tahu

Lakukan pengamatan terhadap tumbuhan di sekitarmu atau carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah, atau koran) akar yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Catatlah setiap informasi yang kamu dapat pada Tabel 3.1!

Tabel 3.1 Tumbuhan yang Akarnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

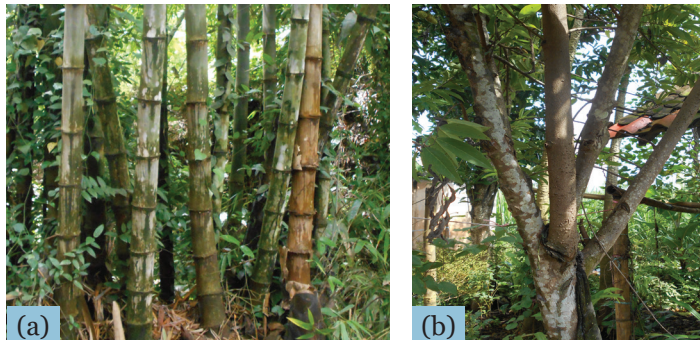
No	Nama Tumbuhan	Bentuk/ Struktur Akar	Fungsi Modifikasi Akar
1	Wortel	Seperti tombak	Menyimpan cadangan makanan



2. Struktur dan Fungsi Batang

Pada umumnya tumbuhan yang kamu lihat memiliki batang yang berdiri tegak di atas tanah serta mendukung cabang, daun, dan bunga. Batang umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder, memiliki ruas-ruas (internodus) yang masing-masing dibatasi oleh buku-buku (nodus). Pada nodus inilah tempat melekatnya daun dan tunas. Batang memiliki banyak fungsi antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, dan sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

Tahukah kamu apa perbedaan struktur luar batang tumbuhan monokotil dan dikotil? Perhatikan Gambar 3.4 berikut.



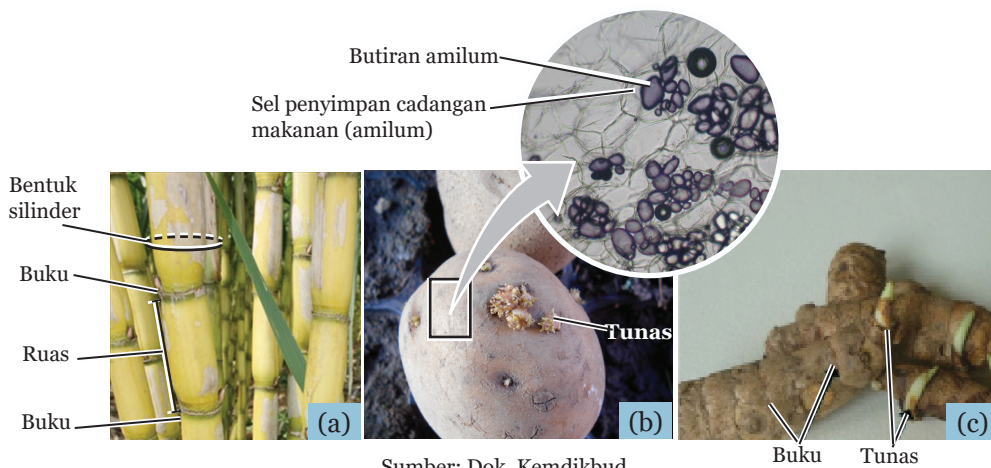
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.4 Perbedaan Struktur Luar Batang Monokotil dan Dikotil, (a) Batang Bambu, (b) Batang Pohon Srikaya

Apa yang kamu amati dari batang tumbuhan monokotil dan batang tumbuhan dikotil? Batang tumbuhan monokotil memiliki ruas-ruas batang terlihat jelas (Gambar 3.4a), sedangkan batang tumbuhan dikotil ruas-ruas batang tidak terlihat jelas (Gambar 3.4b).

Pada beberapa tumbuhan, batang dapat mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan, misalnya pada tumbuhan tebu dan kentang dan rimpang kunyit. Sebagai bukti bahwa rimpang kunyit dan umbi kentang adalah batang, perhatikan Gambar 3.5! Coba jelaskan dengan kalimatmu sendiri!





Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.5 Tumbuhan yang Menyimpan Cadangan Makanan di Batang, (a) Tebu (b) Kentang, (c) Rimpang Kunyit



Ayo, Kita Cari Tahu

Lakukan pengamatan terhadap tumbuhan di sekitarmu atau carilah berbagai informasi (informasi didapat dari buku, pengamatan tumbuhan di sekitar, internet, majalah atau koran) batang yang mengalami modifikasi struktur dan fungsinya sehingga memiliki fungsi tambahan bagi tumbuhan. Catatlah setiap informasi yang kamu dapat pada Tabel 3.2!

Tabel 3.2 Tumbuhan yang Batangnya Mengalami Modifikasi Struktur dan Fungsi

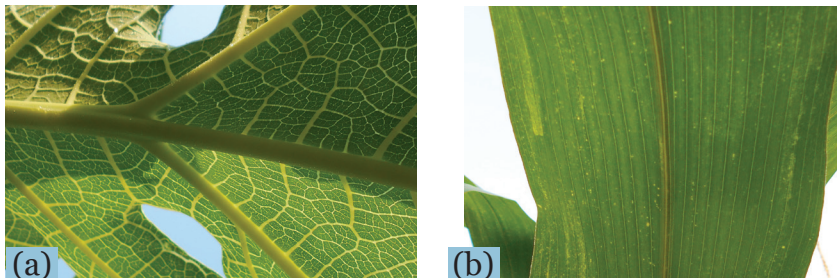
No	Nama Tumbuhan	Bentuk/ Struktur Batang	Fungsi Modifikasi Batang
1	Kentang	Umbi	Menyimpan cadangan makanan dan alat perkembangbiakan vegetatif



3. Struktur dan Fungsi Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang menempel pada batang, biasanya berbentuk tipis lebar dan banyak mengandung zat warna hijau yang dinamakan klorofil. Daun memiliki beberapa fungsi, antara lain sebagai alat untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa sistem perakaran dan batang antara tumbuhan monokotil dan dikotil berbeda. Demikian pula dengan daun, setiap tumbuhan memiliki bentuk, ukuran, dan warna daun yang berbeda untuk mencirikan tumbuhan tersebut. Apakah struktur luar daun monokotil dengan daun dikotil berbeda? Ada perbedaan struktur luar daun monokotil dan daun dikotil. Peruratan daun merupakan ciri untuk mengetahui suatu tumbuhan termasuk monokotil maupun dikotil. Daun monokotil memiliki peruratan daun yang sejajar, sedangkan tumbuhan dikotil memiliki peruratan daun menjala. Perhatikan Gambar 3.6!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.6 Perbedaan Struktur Luar Daun Monokotil dan Dikotil, (a) Daun Pepaya (Peruratan Menjala), (b) Daun Jagung (Peruratan Sejajar)



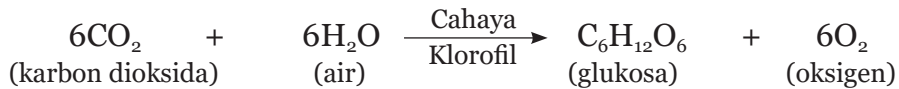
Ayo, Kita Diskusikan

Berdasarkan karakteristik daun, pisang dan rumput termasuk kelompok tumbuhan monokotil atau dikotil?

Pada proses fotosintesis dibutuhkan cahaya sebagai sumber energi. Energi tersebut ditangkap oleh zat hijau daun yang disebut klorofil. Gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) digunakan sebagai



bahan baku untuk menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dan oksigen (O_2). Perhatikan reaksi berikut!



Glukosa selanjutnya akan disusun menjadi zat pati/amilum ($(C_6H_{10}O_5)_n$) melalui reaksi polimerisasi. Amilum tersebut kemudian disimpan dalam akar (misalnya pada singkong), batang (misalnya pada sagu), dan buah (misalnya pada padi). Bagaimana kita membuktikan bahwa fotosintesis terjadi dalam daun? Bagaimana membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.2 Menyelidiki Adanya Amilum sebagai Hasil Fotosintesis

Apa yang perlu kamu siapkan?

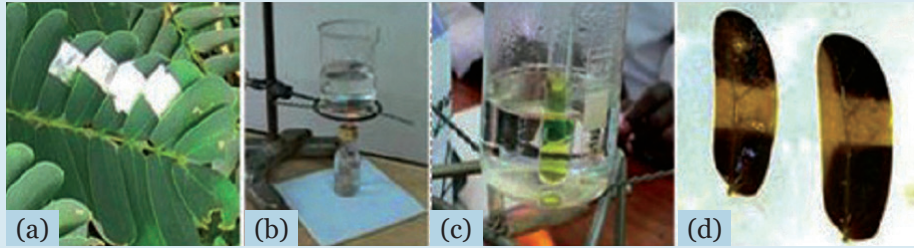
1. 1 buah gelas kimia besar
2. 1 buah gelas kimia kecil atau tabung reaksi
3. Daun lamtoro/petai cina (*Sesbania grandiflora*) atau daun tumbuhan lainnya yang terdapat di lingkungan sekitarmu.
4. Iodium (Iod KI) secukupnya
5. Aluminium foil
6. Cawan petri
7. Alkohol secukupnya
8. Air secukupnya
9. 1 buah pembakar spiritus
10. Kaki tiga
11. Penjepit

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
2. Pada sore hari tutuplah sebagian daun lamtoro dengan menggunakan aluminium foil atau kertas timah. Perhatikan Gambar 3.7a! Petiklah daun setelah ditutup selama 6 - 12 jam.



3. Bukalah aluminium foil yang menutupi daun.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.7 Percobaan Sachs: (a) Daun yang Ditutup Aluminium Foil, (b) Daun yang Dilayukan pada Air Mendidih, (c) Klorofil yang Dilarutkan dalam Alkohol, (d) Daun yang Sudah Ditetesi Larutan Iodium (Iod KI)

4. Rebuslah air pada gelas kimia terlebih dahulu, ketika sudah mendidih masukkan daun sampai layu lebih kurang 13 menit (perebusan dilakukan untuk mematikan sel-sel pada daun). Perhatikan Gambar 3.7b. Berhati-hatilah dalam merebus daun!
5. Tiriskan dan masukkan daun tersebut ke dalam gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang sudah diberi alkohol. Pencelupan ke dalam alkohol bertujuan untuk melarutkan klorofil sehingga daun berwarna pucat.
6. Letakkan alkohol pada meja yang berbeda dengan meja praktikum, agar jauh dari sumber api. Pada waktu akan mematikan pembakar spiritus jangan ditiup, tetapi dilakukan dengan menutupkan spiritus dengan penutupnya.
7. Masukkan gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang berisi alkohol tersebut ke dalam gelas kimia besar yang berisi air yang sudah dipanaskan! Perhatikan Gambar 3.7c.
8. Tunggu sampai warna alkohol menjadi hijau tua dan warna daun menjadi hijau muda!
9. Setelah itu, angkat daun dari gelas kimia kecil atau tabung reaksi yang berisi alkohol, kemudian letakkan daun di wadah, dan teteskan iodium pada daun tersebut!
10. Amatilah perbedaan yang tampak pada daun yang ditutup dan terbuka tersebut!
11. Lakukan setiap langkah kerja dengan cermat dan hati-hati!

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimanakah warna daun yang ditutup (tidak mengalami fotosintesis) setelah ditetesi iodium? Bandingkan dengan warna daun yang tidak ditutup!



2. Daun yang ditetesi Iodium menjadi berwarna hitam, hal ini menunjukkan adanya amilum. Daun manakah yang mengandung amilum?
3. Tulislah laporan hasil percobaanmu pada kertas folio, lalu kumpulkan kepada guru untuk diperiksa!
4. Coba bayangkan betapa hebatnya Tuhan menciptakan tumbuhan, sinar matahari, air, udara, dan merancang segala proses yang terjadi yang sangat bermanfaat bagi kehidupanmu.

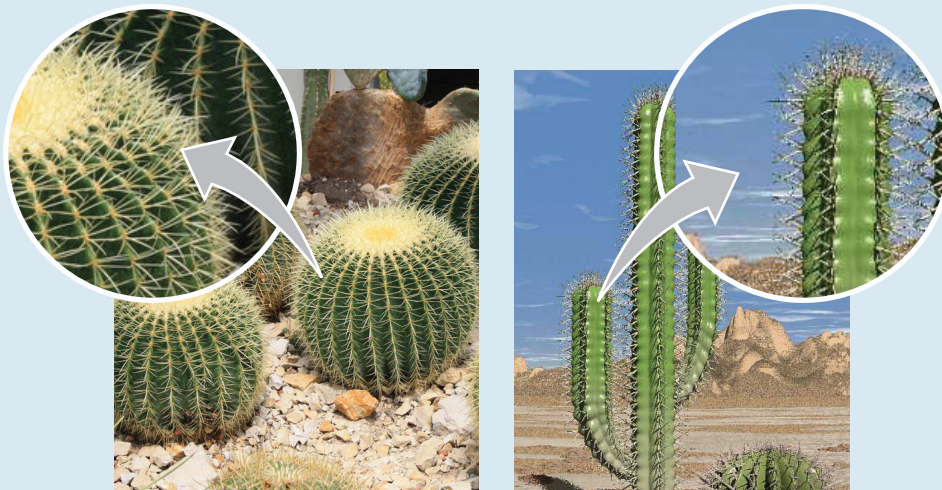
Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Ayo, Kita Pikirkan!

Tahukah kamu tumbuhan kaktus? Jika kamu belum pernah melihatnya perhatikan Gambar 3.8! Coba perhatikan struktur tubuh kaktus, apakah kaktus memiliki daun? Di manakah tempat terjadinya fotosintesis pada tumbuhan kaktus?



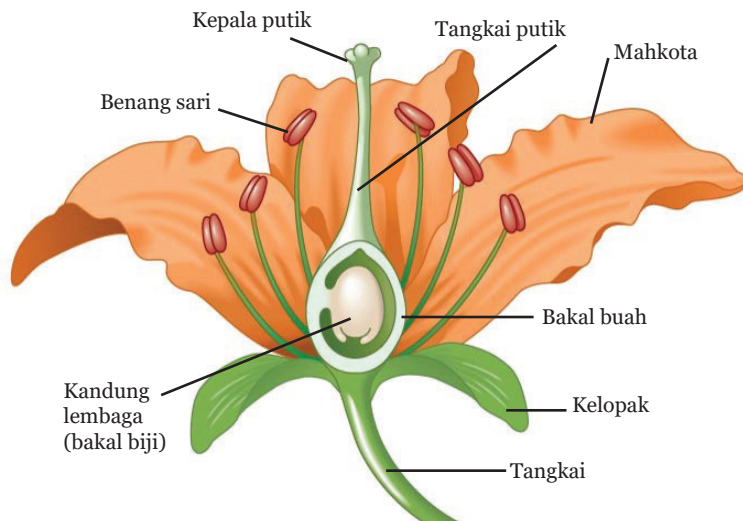
Sumber: www.deviantart.net

Gambar 3.8 Tanaman Kaktus



4. Struktur dan Fungsi Bunga

Kamu tentu pernah melihat bunga bukan? Bunga merupakan alat reproduksi generatif pada tumbuhan. Bunga biasanya memiliki warna yang menarik dan berfungsi untuk menarik serangga atau hewan lain yang dapat membantu proses penyerbukan. Secara umum, bunga tersusun atas dua bagian utama, yaitu perhiasan bunga dan alat reproduksi bunga. Perhiasan bunga meliputi tangkai, kelopak (kaliks), dan mahkota (korola). Sedangkan alat reproduksi berupa benang sari (alat kelamin jantan) dan putik (alat kelamin betina). Bunga yang memiliki bagian-bagian tersebut disebut bunga lengkap. Sedangkan bunga yang tidak memiliki salah satunya disebut bunga tidak lengkap.



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.9 Struktur Bunga

Berdasarkan keberadaan alat reproduksi dalam satu bunga, ada bunga yang memiliki benang sari dan putik dalam satu bunga. Bunga yang demikian disebut dengan bunga sempurna. Namun, ada juga bunga yang hanya memiliki satu alat kelamin saja dalam satu bunga, benang sari saja atau putik saja. Bunga yang demikian disebut bunga tidak sempurna.

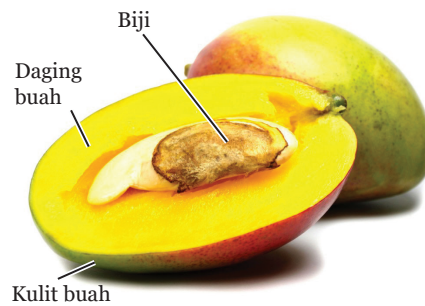


Apakah struktur bunga pada tumbuhan dikotil dan monokotil sama? Tumbuhan monokotil dan dikotil dapat dibedakan berdasarkan karakteristik bunga, yaitu jumlah bagian-bagian bunga. Tumbuhan monokotil mempunyai bagian-bagian bunga seperti daun kelopak, daun mahkota, dan benang sari yang berkelipatan 3 (tiga). Pada tumbuhan dikotil mempunyai bagian-bagian bunga berkelipatan 4 (empat) atau 5 (lima).

5. Struktur dan Fungsi Buah dan Biji

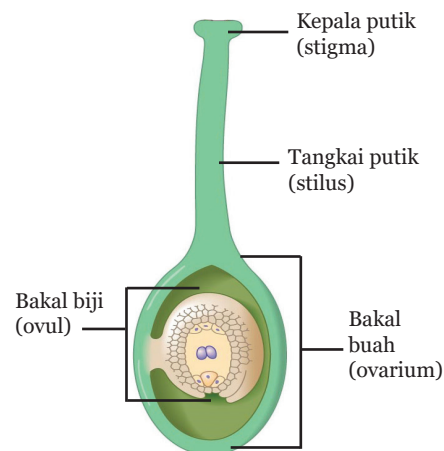
Pernahkah kamu memakan buah mangga atau buah yang lain? Perhatikan Gambar 3.10! Ketika kamu makan buah biasanya di dalamnya juga terdapat biji. Tahukah kamu darimana buah dan biji berasal? Masih ingatkah kamu bagian-bagian dari bunga? Salah satu bagian dari bunga yaitu putik (pistillum). Putik terdiri atas tiga bagian, yaitu bagian dasar yang menggelembung disebut bakal buah (ovarium), bagian yang memanjang disebut tangkai putik (stilus), dan kepala putik (stigma).

Di dalam bakal buah terdapat satu atau lebih bakal biji (ovul). Pada perkembangan selanjutnya, bakal buah akan berkembang menjadi buah sedangkan bakal biji akan berkembang menjadi biji. Perhatikan Gambar 3.11!



Sumber: indonesian.alibaba.com

Gambar 3.10 Buah Mangga



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.11 Struktur Putik

B. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Jaringan meristem
- Jaringan dewasa



Istilah Penting

- Meristem primer
- Meristem sekunder
- Epidermis
- Parenkim
- Sklerenkim
- Xilem
- Floem

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami jaringan penyusun tubuh tumbuhan yang mungkin dapat menginspirasi kamu dalam mengembangkan teknologi di masa depan.

Pada bagian sebelumnya, kamu telah belajar tentang organ tumbuhan bukan? Organ tumbuhan tersusun atas berbagai jenis jaringan. Masih ingatkah kamu apa itu jaringan? Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki struktur yang sama yang membentuk suatu kesatuan untuk memberikan fungsi tertentu. Sel-sel pada tumbuhan yang memiliki struktur yang sama akan terintegrasi menjadi suatu jaringan dan memberikan fungsi tertentu pada tubuh tumbuhan. Berdasarkan aktivitas pembelahan sel penyusun jaringan selama masa pertumbuhan dan perkembangan, jaringan tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi jaringan meristem (jaringan embrional) dan jaringan permanen (jaringan dewasa).

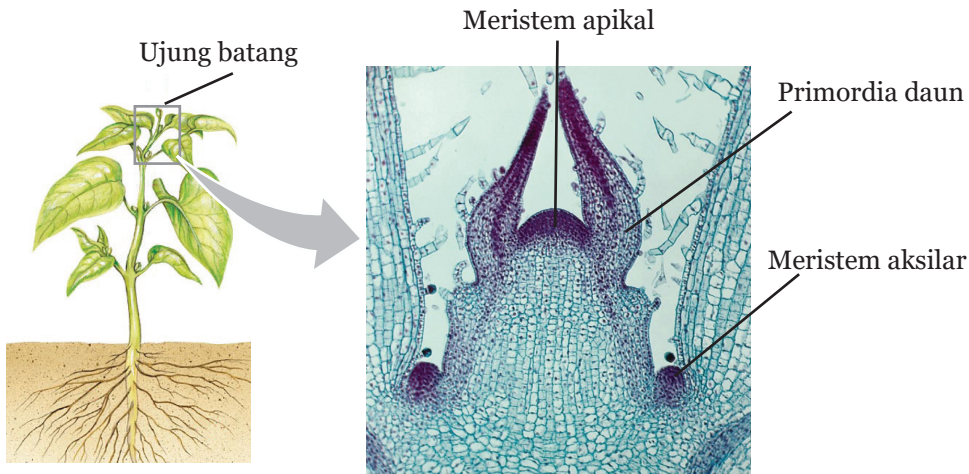
1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem atau disebut juga jaringan embrional adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Hal ini menyebabkan sel-sel tumbuhan semakin bertambah dan menyebabkan tumbuhan mengalami pertambahan tinggi dan volume. Berdasarkan asal terbentuknya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer dan meristem sekunder.

a. Meristem Primer

Meristem primer adalah jaringan meristem pada tumbuhan yang sel-selnya aktif membelah. Meristem primer pada umumnya terdapat pada ujung batang dan ujung akar oleh karena itu meristem primer menyebabkan pertumbuhan primer pada tumbuhan (pertumbuhan vertikal atau perpanjangan akar dan batang). Perhatikan Gambar 3.12!



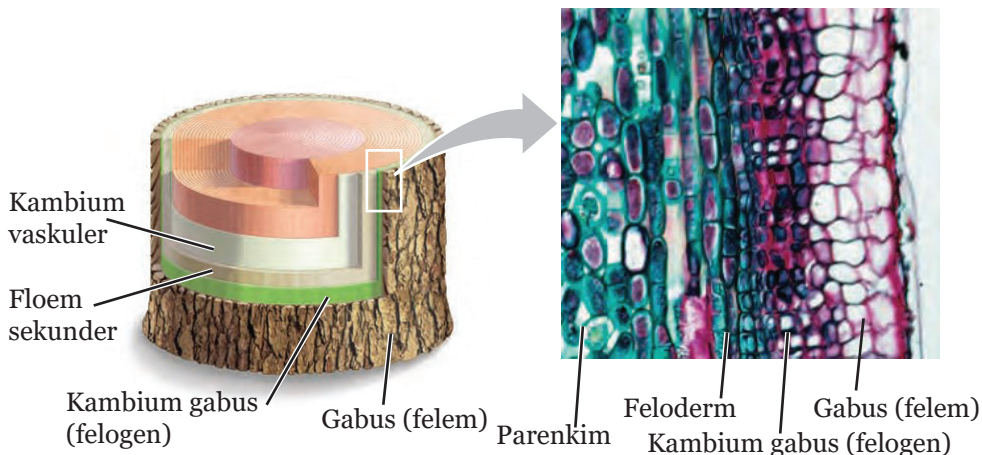


Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.12 Jaringan Meristem di Ujung Batang

b. Meristem Sekunder

Meristem sekunder berasal dari sel-sel dewasa yang berubah sifatnya menjadi meristematik kembali (aktif membelah kembali). Contohnya adalah kambium pembuluh (kambium vaskuler) dan kambium gabus (felogen). Kambium vaskuler merupakan lapisan sel-sel yang aktif membelah yang terletak di antara pembuluh angkut xilem dan floem. Kambium vaskuler ini banyak terdapat pada batang dan akar tumbuhan dikotil, sedangkan tumbuhan monokotil pada umumnya tidak memiliki kambium vaskuler. Perhatikan Gambar 3.13!



Sumber: Raven *et al.* 2010

Gambar 3.13 Jaringan Meristem Sekunder



Aktivitas kambium ini menyebabkan tumbuhan mengalami pertumbuhan sekunder sehingga batang menjadi besar. Aktivitas pembelahan kambium vaskuler ke arah dalam akan membentuk xilem sekunder sedangkan pembelahan ke arah luar akan membentuk floem sekunder.



Tahukah Kamu?



Sumber:Recee *et al.* 2009

Gambar 3.14 Lingkaran Tahun

Kita dapat menentukan umur pohon dengan melihat lingkaran tahun (daerah gelap-terang) yang terbentuk pada batang pohon. Agar kamu mengetahuinya, perhatikan Gambar 3.14! Lingkaran tahun terbentuk karena aktivitas kambium vaskuler yang dipengaruhi oleh musim. Saat musim hujan banyak air yang dapat diserap oleh tumbuhan, menyebabkan pembelahan sel kambium vaskuler meningkat dan ukuran sel menjadi besar, akibatnya terbentuk daerah terang. Saat musim kemarau, air yang dapat diserap tumbuhan sedikit, sehingga pembelahannya lebih lambat. Sel-sel hasil pembelahan juga memiliki ukuran yang kecil dan rapat, sehingga terbentuk daerah gelap pada batang.



Ayo, Kita Diskusikan

Tumbuhan dikotil memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan dikotil dapat tumbuh besar. Sedangkan tumbuhan monokotil tidak memiliki meristem sekunder sehingga batang tumbuhan monokotil tidak dapat tumbuh besar. Pernahkah kamu melihat pohon kelapa atau pohon palem? Pohon kelapa dan palem merupakan tumbuhan monokotil. Namun, ketika kamu mengamati pohon tersebut ternyata memiliki batang yang besar. Coba diskusikan dengan temanmu bagaimana tumbuhan kelapa dan palem dapat memiliki batang yang besar!



2. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa atau disebut juga jaringan permanen merupakan jaringan yang bersifat non-meristematik atau tidak aktif membelah. Jaringan ini berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi atau mengalami perubahan bentuk sehingga memiliki fungsi tertentu. Berdasarkan fungsinya jaringan dewasa dibedakan menjadi empat, yaitu jaringan pelindung, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut. Bagaimana struktur dan fungsi dari masing-masing jaringan tersebut? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.3 Mengidentifikasi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*) (Gambar 3.15)
2. Daun durian (*Durio zibethinus*)
3. Umbi kentang (*Solanum tuberosum*)
4. Akar dan batang tanaman bayam (*Amaranthus spinosus*)
5. Akar dan batang jagung (*Zea mays*)
6. 1 buah mikroskop
7. 7 buah kaca benda
8. 7 buah kaca penutup
9. 1 buah pipet tetes
10. 1 buah silet
11. 1 buah gelas kimia 250 mL
12. Penjepit (pinset) 1 buah
13. 1 batang jarum
14. 1 batang pensil
15. Larutan kalium iodida (Larutan KI)
16. Tisu



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.15 Nanas kerang (*Rhoeo discolor*)

Apa yang harus kamu lakukan?

1. **Pengamatan pada Daun Nanas Kerang (*Rhoeo discolor*)**
 - a. Buatlah preparat basah dari irisan melintang daun tumbuhan *Rhoeo discolor*. Untuk membuat preparat dari irisan melintang



daun, letakkan bagian atas permukaan daun pada pensil, lalu selubungkan pada pensil. Secara perlahan, irislah bagian bawah permukaan daun dengan arah membujur setipis mungkin. Untuk memperoleh irisan yang tipis, lakukan pengirisan dengan arah menuju sumbu tubuh. Perhatikan Gambar 3.16!

Berhati-hatilah ketika melakukan pengirisan! Jangan sampai silet melukai bagian tubuhmu.

- b. Letakkan irisan melintang pada kaca benda kemudian berilah sedikit air dengan menggunakan pipet tetes!
- c. Tutuplah dengan menggunakan kaca penutup secara perlahan agar tidak terbentuk gelembung air, isap kelebihan air dengan menggunakan kertas tisu untuk mengeringkan bagian pinggirnya!
- d. Amati preparat yang telah kamu buat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10×10 kemudian pembesaran 10×40 !
- e. Gambarlah hasil pengamatanmu pada Tabel 3.3 dengan dilengkapi keterangan nama jaringan!
- f. Galilah informasi mengenai fungsi jaringan yang kamu amati!



Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 3.16 Pembuatan
Irisan Paradermal Daun

2. Pengamatan pada Daun Durian (*Durio zibethinus*)

- a. Buatlah preparat basah dari goresan permukaan bawah daun durian.
- b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

3. Pengamatan pada Umbi kentang (*Solanum tuberosum*)

- a. Buatlah preparat basah dari irisan umbi kentang (*Solanum tuberosum*).
- b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

4. Pengamatan pada Batang dan Akar Bayam (*Amaranthus spinosus*)

- a. Buatlah preparat basah dari irisan penampang melintang akar dan batang bayam (*Amaranthus spinosus*).



- b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

5. Pengamatan pada Batang dan Akar Jagung (*Zea mays*)

- a. Buatlah preparat basah dari irisan penampang melintang akar dan batang jagung (*Zea mays*).
b. Lakukan langkah seperti pada poin c - f pada pengamatan daun nanas kerang (*Rhoeo discolor*).

Tabel 3.3 Pengamatan Struktur Jaringan Penyusun Tubuh Tumbuhan

Nama Preparat:	
Gambar dan Keterangan	
Gambar hasil pengamatan:	Nama jaringan: Fungsi jaringan:

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Berdasarkan hasil pengamatan, bagaimanakah ciri-ciri jaringan epidermis?
2. Jaringan apakah yang berbentuk serupa duri yang kamu temukan pada daun durian?
3. Bagaimanakah ciri-ciri jaringan parenkim?
4. Pada pengamatan umbi kentang, apakah fungsi lain dari jaringan parenkim? Jelaskan buktinya berdasarkan hasil pengamatanmu!
5. Coba bandingkan struktur jaringan batang jagung dan batang bayam, apakah perbedaannya?
6. Coba bandingkan struktur jaringan akar jagung dan batang bayam, apakah perbedaannya?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

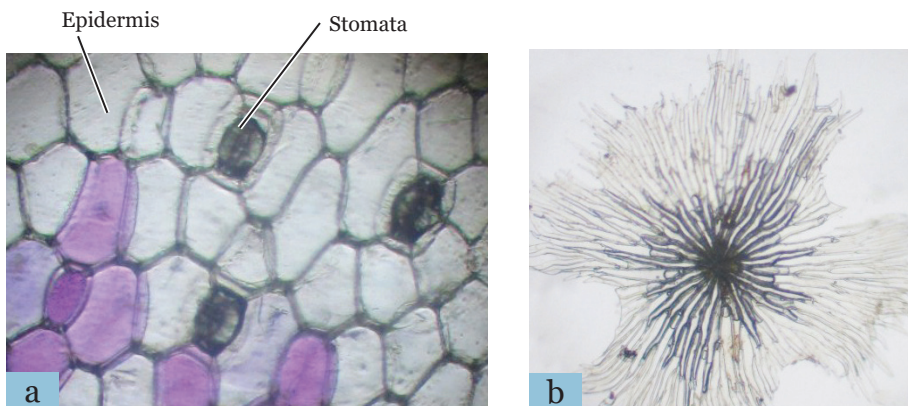
Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 3.3, kamu akan melihat berbagai jenis jaringan penyusun tumbuhan. Bagaimana struktur dan fungsi jaringan tumbuhan tersebut? Untuk memahaminya, simak penjelasan berikut dengan penuh saksama!



a. Jaringan Pelindung

Jaringan pelindung terdapat di seluruh permukaan luar tumbuhan. Tumbuhan membutuhkan jaringan pelindung untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, misalnya hilangnya air akibat suhu yang meningkat dan melindungi dari kerusakan mekanik. Contoh dari jaringan pelindung yaitu jaringan epidermis. Sel-sel epidermis dapat berkembang (mengalami modifikasi) menjadi alat pelindung tambahan, misalnya stomata (mulut daun), sisik, trikoma (rambut-rambut), dan duri (spina). Perhatikan Gambar 3.17!

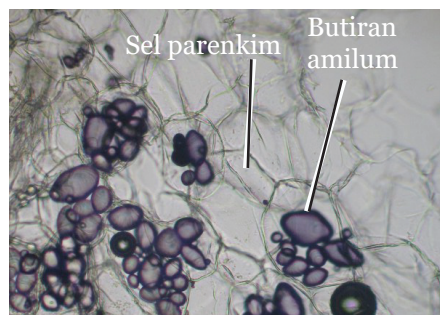


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.17 (a) Jaringan Epidermis dan Stomata pada Tumbuhan *Rhoeo discolor*, (b) Sisik pada Durian yang Merupakan Modifikasi dari Epidermis Durian

b. Jaringan Dasar

Jaringan dasar merupakan jaringan yang hampir terdapat pada seluruh bagian tumbuhan. Jaringan dasar seringkali disebut jaringan pengisi. Jaringan ini berperan penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan. Contoh dari jaringan dasar ini yaitu jaringan parenkim. Jaringan parenkim dapat berdiferensiasi menjadi banyak jenis jaringan parenkim lain, misalnya pada buah dan umbi (Gambar 3.18) parenkim berdiferensiasi menjadi parenkim cadangan makanan yang berfungsi



Sumber: Dok. Kemdikbud

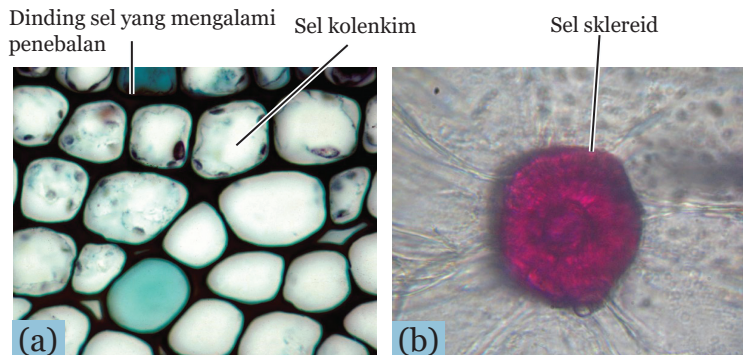
Gambar 3.18 Jaringan Parenkim pada Umbi Kentang



untuk menyimpan cadangan makanan bagi tumbuhan. Pada daun, jaringan parenkim berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang berfungsi untuk proses fotosintesis.

b. Jaringan Penyokong (Penguat)

Jaringan penyokong merupakan jaringan yang berperan untuk menunjang bentuk tubuh tumbuhan. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, jaringan penyokong dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Jaringan kolenkim merupakan jaringan yang berfungsi untuk menyokong bagian tumbuhan yang masih muda. Sel-sel jaringan kolenkim memiliki dinding sel yang mengalami penebalan, namun tidak merata. Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat yang bersifat permanen. Jaringan sklerenkim berfungsi untuk menyokong tubuh tumbuhan yang sudah tua. Perhatikan Gambar 3.19!



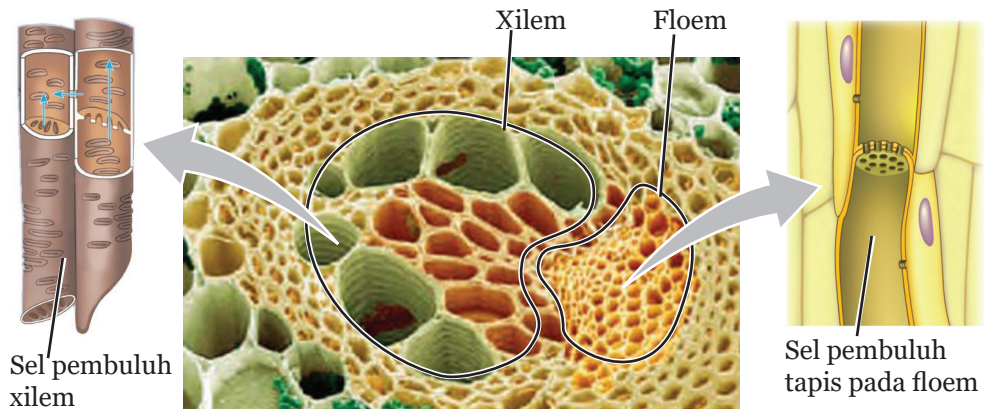
Sumber: (a) Campbell *et al.* 2008. (b) Dok. Kemdikbud

Gambar 3.19 (a) Jaringan Kolenkim pada Batang Bunga Matahari (*Helianthus annuus*), (b) Jaringan Sklereid pada Buah Pir

Berdasarkan bentuk selnya, jaringan sklerenkim dibedakan menjadi dua, yaitu jaringan serat (fiber) dan jaringan sklereid. Jaringan serat terdiri atas sel-sel yang memanjang, meruncing pada kedua ujungnya, dan tersusun membentuk benang. Jaringan serat banyak ditemukan pada jaringan xilem. Jaringan sklereid terdiri atas sel-sel yang pendek, dan memiliki bentuk yang tidak teratur. Jaringan sklereid ini banyak ditemukan pada kulit kacang atau buah pir.

c. Jaringan Pengangkut (Vaskuler)

Jaringan pengangkut terdiri atas dua jenis, yaitu xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.



Sumber: Raven *et al.* 2010

Gambar 3.20 Jaringan Xilem dan Floem

3. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Akar

Masih ingatkah kamu fungsi akar? Beberapa fungsi akar antara lain untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah, menyerap air dan mineral dalam tanah, dan pada beberapa tumbuhan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Coba kamu pikirkan, mengapa akar tumbuhan mampu melakukan fungsi tersebut? Apakah ada keterkaitan antara struktur jaringan penyusun akar dengan fungsi akar? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.4 Mengamati Struktur Anatomi Akar Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet
3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah/kacang hijau umur 7-14 hari
5. Kecambah jagung umur 7-14 hari
6. Kaca benda dan kaca penutup
7. Pipet tetes
8. Air



Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk akar pada kecambah kacang hijau dan kecambah jagung.
2. Identifikasilah, apakah akar yang diamati termasuk sistem perakaran serabut atau sistem perakaran tunggang?
3. Buatlah sayatan melintang pada akar dari tumbuhan kacang tanah dan jagung menggunakan silet! Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.
4. Letakkan sayatan akar pada kaca benda, kemudian tetesi dengan air.
5. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
6. Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali.
7. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan jaringan yang kamu amati.
8. Bandingkan struktur jaringan pada organ akar yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
9. Catatlah data pengamatan pada Tabel 3.4!

Tabel 3.4 Hasil Pengamatan Struktur Akar Tumbuhan

Organ Tumbuhan yang Diamati	Gambar Morfologi Akar	Sistem Perakaran (serabut/tunggang)	Gambar Anatomi Akar
Akar kacang hijau			
Akar jagung			

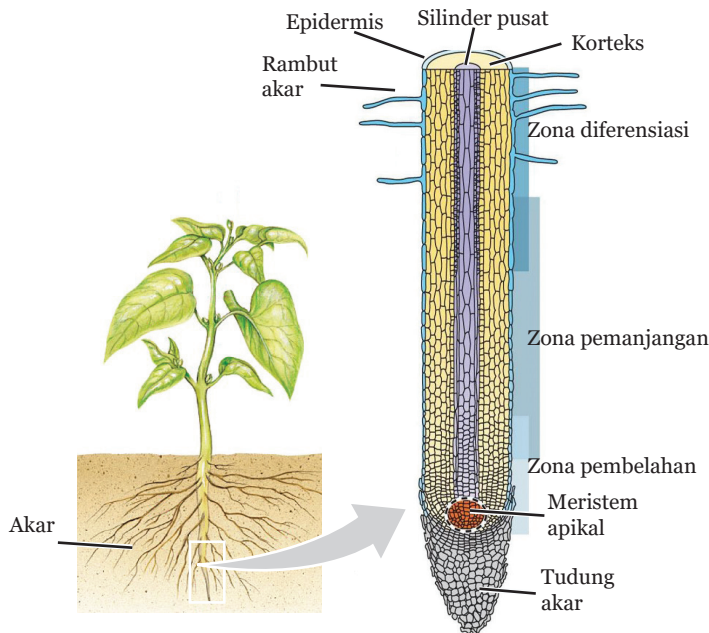
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Jaringan apa sajakah yang menyusun akar?
2. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun akar pada tumbuhan kacang hijau dan jagung!

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Perhatikan penampang membujur akar pada Gambar 3.21! Pada Gambar 3.21 kamu dapat melihat bahwa pada bagian ujung akar terdapat jaringan meristem apikal dan tudung akar.



Sumber: Campbell *et al.* 2008

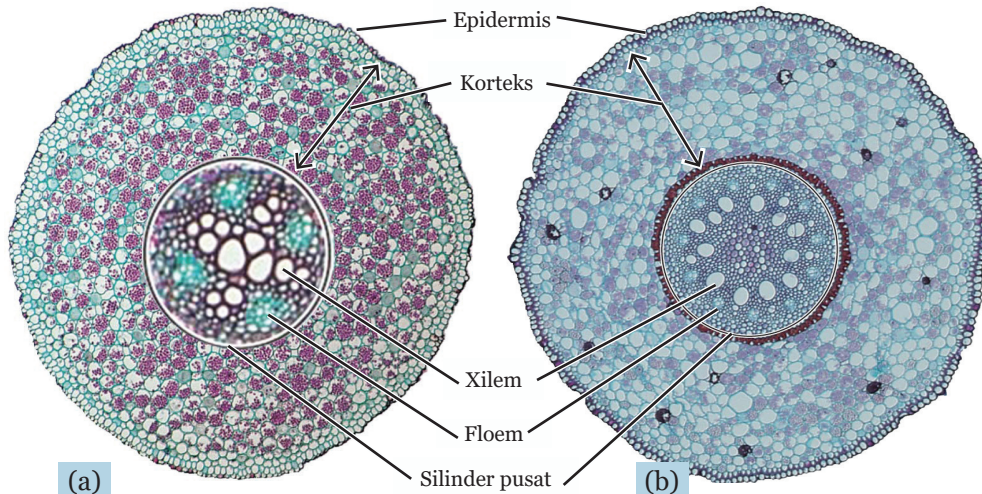
Gambar 3.21 Penampang Membujur Akar

Jaringan meristem apikal inilah jaringan yang sel-selnya terus membelah membuat akar semakin panjang. Tudung akar berfungsi untuk melindungi sel-sel meristem tersebut saat membelah sehingga dapat menembus tanah tanpa mengalami kerusakan dan akar dapat menambatkan tubuh tumbuhan dengan kuat ke dalam tanah. Kamu sudah paham bukan bagaimana akar mampu memiliki fungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan ke tanah? Selain menambatkan tubuh tumbuhan ke tanah, akar juga berfungsi untuk menyerap air dan mineral dari dalam tanah. Mengapa akar mampu memiliki fungsi tersebut?

Akar tersusun atas epidermis, korteks, dan silinder pusat. Epidermis merupakan bagian terluar akar. Sel-sel epidermis memiliki dinding yang tipis, sehingga air dan mineral mudah masuk ke dalam sel-sel epidermis yang kemudian diteruskan ke dalam korteks dan silinder pusat. Pada bagian tertentu sel-sel epidermis juga mengalami modifikasi menjadi rambut akar yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan air dan mineral. Bagian yang lebih dalam dari



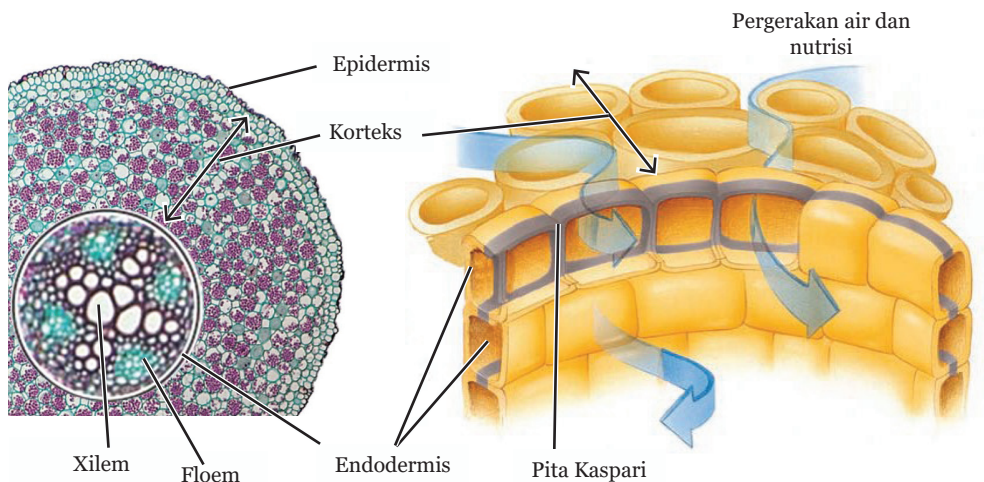
epidermis yaitu korteks. Korteks ini tersusun atas jaringan parenkim yang dinding selnya tipis dan tersusun renggang. Korteks ini berfungsi untuk tempat penyimpanan cadangan makanan bagi tumbuhan. Perhatikan Gambar 3.22!



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.22 Penampang Melintang Akar, (a) Akar Tumbuhan Dikotil, (b) Akar Tumbuhan Monokotil

Lapisan terdalam dari korteks disebut endodermis. Lapisan endodermis tersusun atas satu lapis sel yang membatasi korteks dengan silinder pusat. Pada endodermis terdapat bentukan seperti pita yang disebut **pita Kaspary**. Pita Kaspary berfungsi untuk mengatur jalannya mineral yang diserap oleh akar agar menuju ke silinder pusat. Di sebelah dalam endodermis terdapat daerah silinder pusat atau stele. Silinder pusat tersusun atas jaringan pengangkut dan jaringan pendukung lainnya seperti perisikel dan parenkim empulur. Sel-sel perisikel berfungsi untuk membentuk cabang akar. Berkas pengangkut pada silinder pusat terdiri atas xilem yang berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah menuju batang hingga ke daun dan floem yang berfungsi mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.



Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 3.23 Lapisan Endodermis dan Pita Kaspari

4. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Batang

Masih ingatkah kamu fungsi batang? Beberapa fungsi batang antara lain menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan, serta pada beberapa tumbuhan, batang juga berfungsi sebagai tempat menyimpan cadangan makanan.

Coba kamu pikirkan, mengapa batang mampu melakukan fungsi tersebut? Apakah ada keterkaitan antara struktur jaringan penyusun batang dengan fungsi batang? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.5 Mengamati Struktur Anatomi Batang Tumbuhan

Apa yang kamu perlukan?

1. Mikroskop
2. Silet



3. Nampan
4. Kecambah kacang tanah/kacang hijau umur 7 hari
5. Kecambah jagung umur 7-14 hari
6. Kaca benda dan kaca penutup
7. Pipet tetes
8. Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Amatilah bentuk batang pada kecambah kacang hijau dan kecambah jagung.
2. Buatlah sayatan melintang pada batang dari tumbuhan kacang hijau dan jagung menggunakan silet! Usahakan irisan setipis mungkin. Untuk memperoleh irisan yang tipis, lakukan pengirisan dengan arah menuju sumbu tubuh. Berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu.
3. Letakkan sayatan batang pada kaca benda, kemudian tetesi dengan air.
4. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup.
5. Amatilah kedua preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10×10 (100 kali).
6. Gambarkan bagian-bagian yang teramati dan beri keterangan jaringan yang kamu amati.
7. Bandingkan struktur jaringan pada organ batang yang kamu amati dengan gambar yang ada pada buku.
8. Catatlah data pengamatan pada Tabel 3.5!

Tabel 3.5 Hasil Pengamatan Struktur Batang Tumbuhan

Organ Tumbuhan yang Diamati	Gambar Morfologi Batang	Gambar Anatomi Batang
Batang kacang hijau		
Batang jagung		

Apa yang perlu kamu diskusikan?

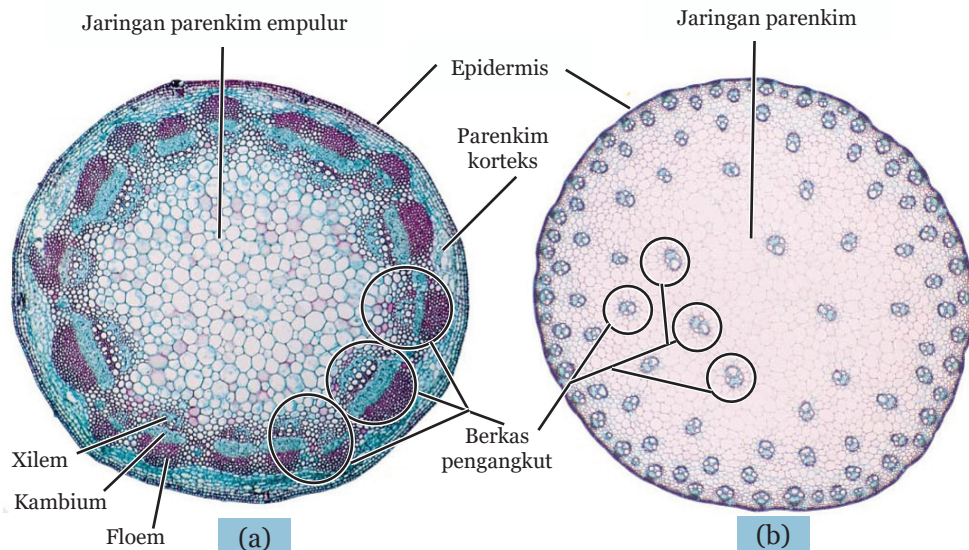
1. Jaringan apa sajakah yang menyusun batang?
2. Sebutkan perbedaan jaringan yang menyusun batang pada tumbuhan kacang hijau dan jagung!



Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Seperti halnya akar, batang juga memiliki epidermis, korteks, dan berkas pengangkut. Perhatikan Gambar 3.24!



Sumber: Campbell *et al.* 2008

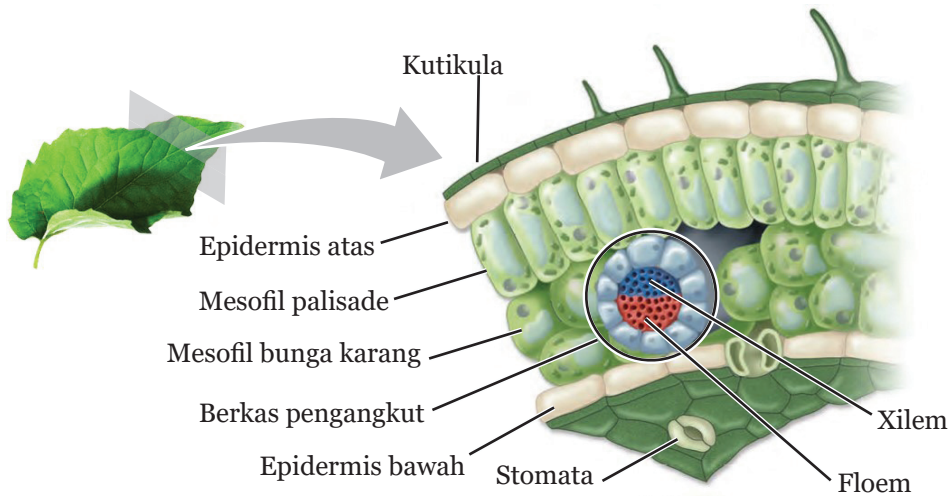
Gambar 3.24 Penampang Melintang Batang, (a) Batang Dikotil, (b) Batang Monokotil

Bagian terluar batang yang masih muda tersusun atas jaringan epidermis. Pada batang tumbuhan dikotil yang sudah dewasa, epidermis akan rusak dan digantikan oleh **periderm** atau **jaringan gabus**. Pada bagian yang lebih dalam dari epidermis terdapat korteks. Korteks pada batang juga tersusun atas jaringan parenkim. Pada beberapa tumbuhan, seperti tebu, kentang, dan rimpang kunyit, di daerah korteks inilah cadangan makanan disimpan. Berkas pengangkut pada batang merupakan kelanjutan berkas pengangkut pada akar. Melalui berkas pengangkut ini, air dan mineral yang diserap akar diteruskan oleh berkas pengangkut pada batang untuk menuju daun. Pada batang dikotil, berkas pengangkut tersusun dalam lingkaran, sedangkan pada batang monokotil, berkas pengangkut tersebar. Antara xilem dan floem pada berkas pengangkut tumbuhan dikotil terdapat kambium vaskuler yang aktif membelah. Masih ingatkah kamu jaringan yang dibentuk oleh pembelahan meristem tersebut?



5. Struktur dan Fungsi Jaringan pada Daun

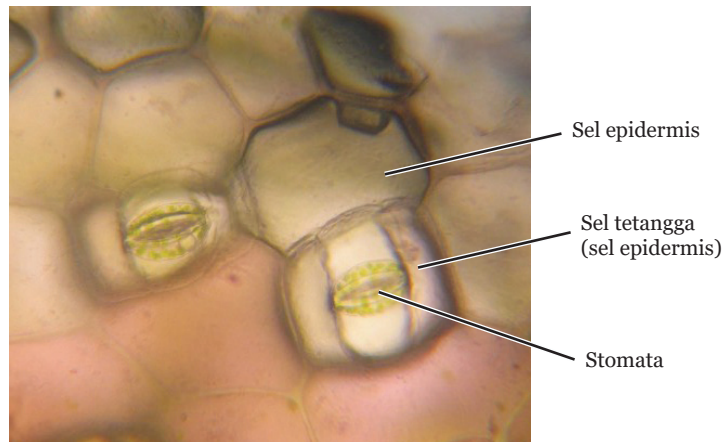
Masih ingatkah kamu fungsi daun? Daun memiliki beberapa fungsi, antara lain untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan untuk fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan. Bagaimana daun tumbuhan mampu melakukan fungsi tersebut? Coba perhatikan Gambar 3.25!



Sumber: Raven *et al.* 2010

Gambar 3.25 Penampang Melintang Daun

Pada permukaan atas dan bawah daun terdapat jaringan yang disebut epidermis. Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan di dalam daun. Pada beberapa tumbuhan, daun juga dilapisi oleh lapisan lilin yang disebut kutikula yang berfungsi untuk mengurangi penguapan. Sel-sel epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi stomata, sisik, dan rambut-rambut. Stomata dapat membuka dan menutup, menyesuaikan kondisi lingkungan. Pada tumbuhan umumnya, saat siang hari stomata membuka, sehingga karbon dioksida dapat masuk ke dalam daun untuk digunakan dalam fotosintesis. Pada tumbuhan yang hidup di daerah kering, misalnya kaktus, stomata menutup saat siang hari. Hal ini dilakukan agar tidak banyak air dalam tubuh yang hilang karena menguap lewat stomata. Pada tumbuhan tersebut stomata baru membuka saat malam hari.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.26 Stomata pada Daun *Rhoeo discolor*

Tahukah kamu pada bagian mana fotosintesis terjadi? Coba perhatikan kembali Gambar 3.25. Di bawah lapisan epidermis atas terdapat jaringan yang berbentuk silinder, tersusun padat menyerupai tiang, dan banyak mengandung klorofil. Jaringan ini disebut jaringan palisade atau jaringan tiang. Di bawah jaringan palisade terdapat jaringan bunga karang, tersusun dari sel-sel yang bentuknya tidak teratur, tersusun longgar, dan juga mengandung klorofil. Kedua jaringan ini merupakan jaringan mesofil. Jaringan mesofil ini sebenarnya merupakan jaringan parenkim yang mengandung klorofil. Di dalam jaringan mesofil inilah terjadi proses fotosintesis. Pada tumbuhan monokotil, mesofil tidak berdiferensiasi menjadi jaringan palisade dan jaringan bunga karang, tetapi tersusun atas sel-sel parenkim yang mengandung klorofil yang memiliki ukuran seragam. Di dalam daun juga terdapat jaringan xilem yang membawa air dan mineral dari batang dan jaringan floem yang berfungsi membawa hasil fotosintesis dari daun untuk disalurkan ke seluruh tubuh tumbuhan.



Tahukah Kamu?

Klorofil ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) atau disebut juga zat hijau daun sangat efektif menyerap cahaya warna merah, biru, dan ungu. Klorofil memantulkan atau meneruskan cahaya warna hijau dan sedikit kuning. Cahaya hijau dan sedikit kuning yang dipantulkan atau diteruskan ini akan ditangkap oleh mata manusia sehingga manusia melihat bahwa daun berwarna hijau kekuningan.





Ayo, Kita Cari Tahu

Pada bagian sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa tumbuhan memiliki jaringan xilem yang berfungsi mengangkut air dan mineral dari tanah menuju daun untuk digunakan dalam fotosintesis. Apakah kamu pernah melihat pohon kelapa atau pohon lain yang tinggi? Pernahkah kamu berpikir bagaimana air dan mineral yang ada di bawah permukaan tanah dapat naik menuju daun melalui xilem? Coba cari tahu mekanisme atau faktor-faktor yang menyebabkan air dan mineral dapat naik dari bawah tanah menuju daun yang letaknya sangat tinggi!

C. Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Jaringan Tumbuhan

Ayo, Kita Pelajari



- Panel surya
- Sensor cahaya
- Alat pemurnian air



Istilah Penting

- *Solar cell*
- Fotoresistor
- Fotoresseptor
- Lilin (*wax*)
- *Aquaporin*

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami bagaimana ilmuwan mengembangkan teknologi yang terinspirasi dari struktur jaringan tumbuhan yang mungkin juga dapat menginspirasi kamu dalam mengembangkan teknologi di masa depan.

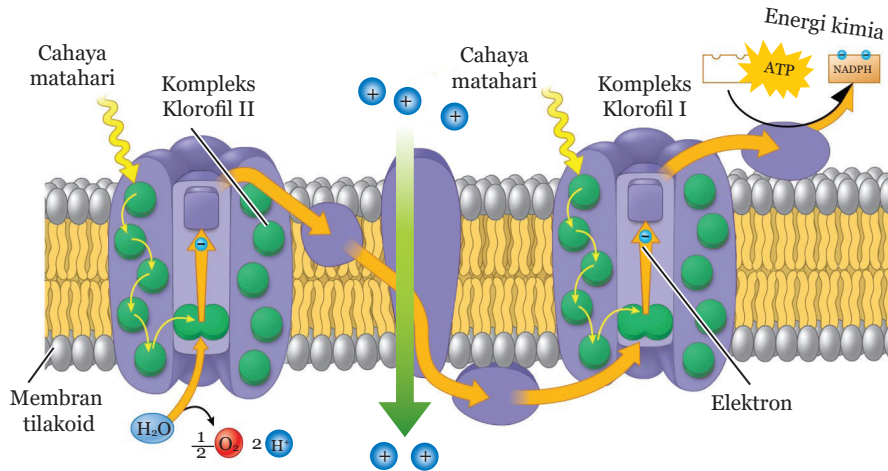
Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari struktur organ dan jaringan yang menyusun tumbuhan serta fungsinya. Menarik bukan? Tahukah kamu, bahwa struktur organ dan jaringan tumbuhan tersebut menginspirasi manusia untuk mengembangkan teknologi yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Apa saja teknologi yang telah dikembangkan? Ayo kita pelajari!

1. Panel Surya (*Solar Cell*)

Pernahkah kamu melihat panel surya? Panel surya merupakan alat yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Ketika cahaya matahari menabrak permukaan panel surya menyebabkan

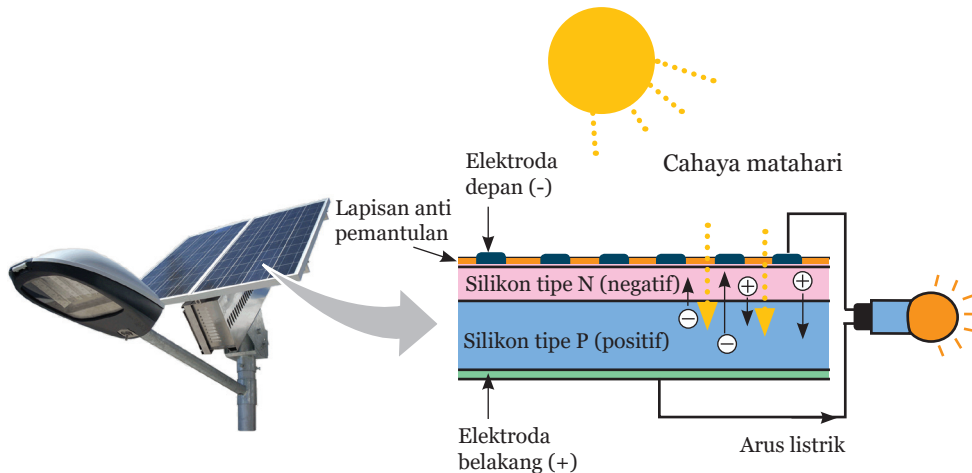


elektron (partikel penyusun atom yang bermuatan negatif) pada panel surya bergerak melalui suatu konduktor dan menjadi arus listrik. Tahukah kamu bahwa mekanisme kerja panel surya ini terinspirasi oleh mekanisme fotosintesis yang terjadi pada daun tumbuhan. Perhatikan Gambar 3.27 dan Gambar 3.28!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.27 Reaksi Pengubahan Energi Cahaya Menjadi Energi Kimia dalam Proses Fotosintesis di Daun



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.28 Panel Surya dan Komponen Penyusunnya, Mengubah Energi Cahaya Menjadi Energi Listrik

Kamu masih ingat fotosintesis bukan? Pada proses fotosintesis juga dibutuhkan cahaya dan zat hijau daun yang disebut klorofil. Melalui fotosintesis ini dihasilkan oksigen (O_2) dan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Saat daun terkena sinar matahari klorofil akan menyerap energi

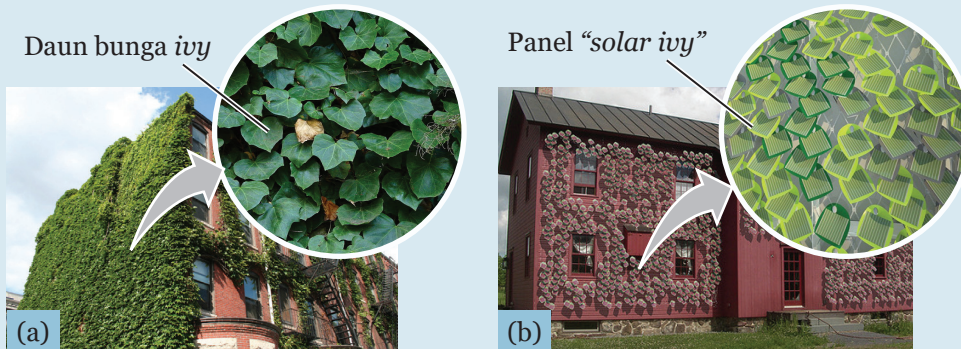


cahaya. Elektron pada kompleks klorofil akan bergerak melalui suatu saluran dan menyebabkan muatan positif ikut bergerak. Muatan positif ini selanjutnya bergerak menuju kompleks enzim yang berfungsi menghasilkan energi kimia berupa ATP dan NADPH. Energi ATP dan NADPH ini selanjutnya akan digunakan untuk mengubah CO_2 menjadi glukosa.



Tahukah Kamu?

Pernahkah kamu melihat tumbuhan yang tumbuh merambat pada dinding rumah, misalnya tumbuhan sirih? Selain sirih banyak jenis tumbuhan yang hidupnya merambat, misalnya bunga ivy. Bunga ivy merupakan tumbuhan yang banyak hidup di benua Eropa. Tumbuhan tersebut merambat pada dinding bangunan untuk mendapatkan sinar matahari yang diperlukan untuk fotosintesis. Jika kita mencermati daun yang tumbuh, pasti daun-daun tumbuhan itu menghadap ke arah datangnya sinar matahari. Pertumbuhan tumbuhan yang merambat dan struktur daun tumbuhan tersebut menginspirasi ilmuwan untuk mengembangkan pembangkit listrik. Pembangkit listrik tersebut dikenal dengan “*solar ivy*”. Perhatikan Gambar 3.29!



Sumber: www.solarivy.com

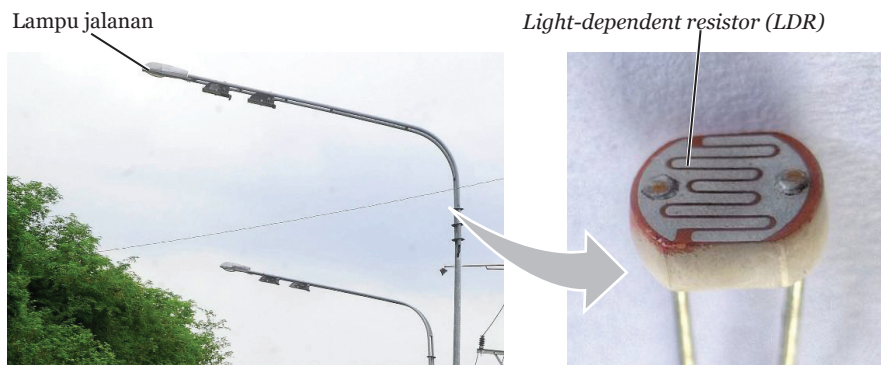
Gambar 3.29 (a) Tanaman Ivy yang Merambat pada Bangunan, (b) Panel Solar Ivy

Solar ivy ini dapat dipasang dengan pola sesuai dengan keinginan kita sehingga memiliki nilai estetika yang bagus, namun tetap dapat menghasilkan energi listrik dari sinar matahari.



2. Sensor Cahaya

Ketika kamu mengamati lampu penerangan jalan, beberapa lampu penerangan jalan tersebut ada yang dapat menyala sendiri ketika menjelang malam dan mati sendiri saat menjelang pagi tanpa harus dinyalakan dan dimatikan secara manual. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Lampu penerangan jalan tersebut mampu menyala dan mati secara otomatis karena dilengkapi dengan sensor cahaya yang disebut fotoresistor atau *light-dependent resistor (LDR)* dan sakelar pengatur *on* dan *off*. Fotoresistor ini mampu mendeteksi ada dan tidak adanya cahaya di lingkungan sekitar. Fotoresistor ini merupakan resistor atau hambatan listrik yang dapat diubah nilai hambatannya melalui penyinaran cahaya. Hambatan listrik dari fotoresistor ini akan berkurang jika terkena cahaya, dengan kata lain jika terdapat cahaya alat ini mampu menghantarkan listrik. Perhatikan Gambar 3.30!



Sumber: Dok. Kemdikbud

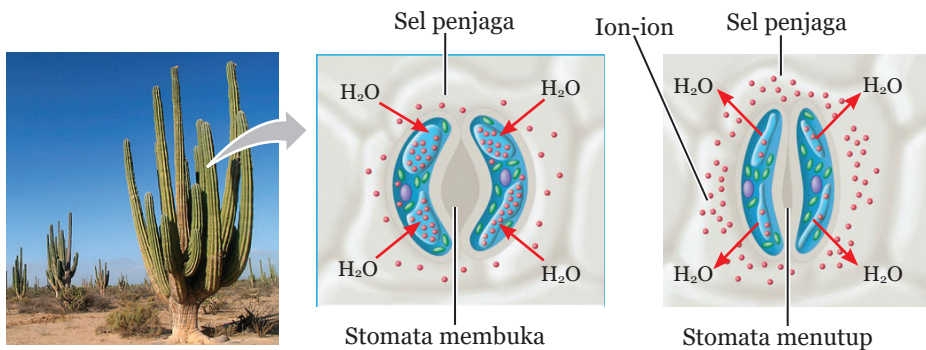
Gambar 3.30 Lampu Jalanan dan Sensor Cahaya (*light-dependent resistor*)

Saat menjelang pagi, sinar matahari akan mengenai fotoresistor. Menyebabkan listrik mengalir menuju sakelar. Aktifnya sakelar ini malah akan mematikan aliran listrik utama, sehingga lampu penerangan jalan menjadi mati. Saat menjelang malam, aliran listrik tidak dapat mengalir melalui fotoresistor ini sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir menuju sakelar. Akibatnya sakelar berada dalam kondisi *on* sehingga lampu penerangan menyala.

Tahukah kamu bahwa mekanisme pada lampu penerangan tersebut juga terinspirasi oleh mekanisme yang terjadi pada tumbuhan? Kamu tentu tahu tanaman kaktus bukan? Tanaman kaktus hidup di daerah gurun yang kering. Tumbuhan kaktus memiliki stomata yang unik.



Stomata kaktus akan membuka saat malam hari dan akan tertutup saat siang hari untuk mengurangi penguapan air. Proses membuka dan menutupnya stomata didukung oleh aktivitas sel penjaga stomata. Sel penjaga ini memiliki reseptor cahaya yang disebut fotoreseptor yang peka terhadap cahaya. Saat siang hari yang terik fotoreseptor pada sel penjaga akan menangkap cahaya dan menyebabkan air dalam sel penjaga dipompa keluar dengan bantuan ion-ion. Akibatnya sel penjaga akan mengecil dan lubang stomata tertutup. Saat malam hari, air dipompa lagi masuk ke dalam sel penjaga dengan bantuan ion-ion, sehingga sel penjaga menjadi lebih besar, akibatnya stomata menjadi terbuka. Perhatikan Gambar 3.31!

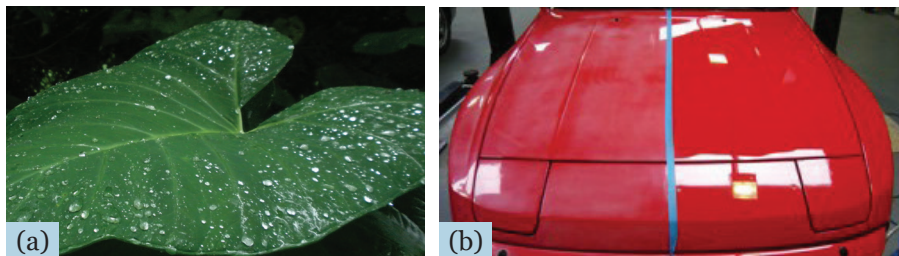


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.31 Kaktus di Gurun dan Stomata

3. Lapisan Pelindung dan Pengilap

Pernahkah kamu melihat tanaman talas atau daun teratai? Ketika kamu melihat daun kedua tanaman tersebut kamu pasti melihat bahwa daun tersebut sangat bersih dan tahan air. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Jika kamu melihat melalui mikroskop penampang melintang dari kedua daun tersebut maka kamu akan melihat pada permukaan daun tersebut terdapat lapisan tebal yang disebut kutikula. Kutikula ini tersusun atas senyawa lipid berupa lilin (*wax*) dan polimer hidrokarbon yang disebut kutan. Kedua senyawa ini bersifat hidrofobik atau tidak suka air, sehingga jika air mengenai lapisan ini tidak akan membasahi daun. Lapisan lilin ini juga mampu mencegah menempelnya debu atau kotoran lain dan membuat daun tetap bersih. Tahukah kamu bahwa ilmuwan juga telah mengadopsi mekanisme ini dan menerapkannya untuk membuat cat yang tidak mudah kotor, lapisan pengilap, dan lapisan anti air, misalnya pada semir sepatu, lapisan pengilap pada mobil atau perabot rumah tangga, dan lain sebagainya. Perhatikan Gambar 3.32!

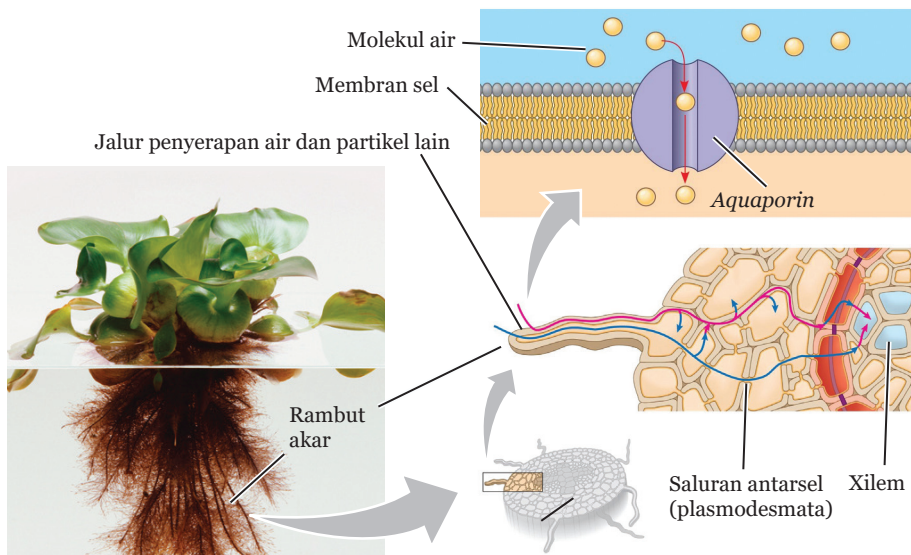


Sumber: (a) Dok. Kemdikbud, (b) www.thehousefactory.com.

Gambar 3.32 Lapisan Pelindung, (a) Lapisan Pelindung (Kutikula) pada Daun Tumbuhan, (b) Perbandingan Mobil Sebelum dan Sesudah dilapisi Pelindung yang terbuat dari Wax (Lilin)

4. Alat Pemurnian Air

Pernahkah kalian bermain ke danau, waduk, atau kolam? Apakah kamu melihat eceng gondok di tempat tersebut? Apakah kamu juga melihat bahwa perairan tersebut jernih? Pada umumnya perairan yang ditumbuhi eceng gondok kondisi airnya jernih. Mengapa demikian? Ketika kamu melihat akar eceng gondok, kamu akan melihat akar eceng gondok berbentuk serabut-serabut yang banyak dan rapat. Akar-akar ini mampu menyerap partikel-partikel yang terlarut dalam air sehingga air menjadi bersih. Bahkan zat-zat berbahaya seperti racun pun dapat diserap oleh eceng gondok. Perhatikan Gambar 3.33!



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.33 Eceng Gondok dan Jalur Penyerapan Air serta Partikel Lainnya



Apabila kamu mengamati membran sel akar secara lebih teliti dengan menggunakan mikroskop elektron, maka akan terlihat lubang-lubang atau saluran kecil pada membran sel akar. Saluran ini terbentuk dari protein dan memiliki lubang dengan ukuran tertentu dan daya ikat tertentu pula. Salah satu salurannya bernama *aquaporin*. *Aquaporin* ini merupakan saluran (protein kanal) yang hanya dapat dilewati oleh air, sehingga partikel lain tidak dapat masuk lewat *aquaporin*. Mekanisme tersebut menginspirasi ilmuwan untuk mengembangkan teknologi penyaringan atau pemurnian air. Dengan teknologi ini air yang kotor dapat disaring, sehingga air hasil penyaringan benar-benar bersih dan aman untuk dikonsumsi.

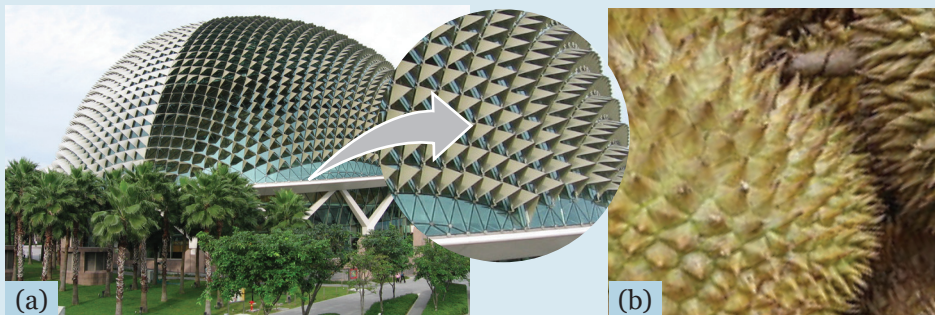


Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 3.34 Alat Pemurnian Air



Tahukah Kamu?

Selain menginspirasi untuk mengembangkan teknologi, struktur organ dan jaringan tumbuhan juga menginspirasi bentuk rancangan bangunan, misalnya gedung teater Esplanade di Singapura yang terinspirasi dari struktur kulit buah durian. Lapisan terluar dari atap gedung tersebut berbentuk segitiga seperti duri pada durian, atap tersebut dapat diatur untuk mengikuti pergerakan matahari, sehingga dapat menjaga intensitas cahaya yang masuk dalam gedung. Perhatikan Gambar 3.35!



Sumber: (a) en.wikipedia.org, (b) Dok. Kemdikbud
Gambar 3.35 (a) Gedung Esplanade, (b) Buah Durian





Ayo, Kita Renungkan

Betapa besar peran tumbuhan bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Tumbuhan mampu menyerap hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai, seperti panasnya sinar matahari dan gas karbon dioksida (CO_2). Kamu pasti merasa berat jika harus berdiri lama di bawah terik matahari dan kamu dapat pingsan jika terlalu banyak menghirup gas CO_2 . Namun, tidak demikian halnya dengan tumbuhan yang memiliki struktur daun yang sangat kompleks dan klorofilnya yang dapat memanfaatkan sinar matahari untuk mengubah CO_2 dan air menjadi zat gula dan gas oksigen (O_2) melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini dibutuhkan bagi setiap makhluk hidup untuk bertahan hidup. Maha Besar Tuhan, tidak ada ciptaan-Nya yang sia-sia di muka bumi ini. Hal-hal yang mungkin tidak kamu sukai tadi, dapat jadi sangat bermanfaat setelah diproses oleh makhluk hidup lain seperti halnya proses fotosintesis pada tumbuhan, bukan? Apa yang terjadi seandainya tidak ada tumbuhan di muka bumi?

Tuhan juga telah mendesain struktur tumbuhan di alam ini dengan sangat sempurna. Banyak struktur tumbuhan yang ditiru oleh para ilmuwan untuk dikembangkan menjadi teknologi, misalnya teknologi pembangkit listrik tenaga surya yang dibuat dengan meniru prinsip daun yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi kimia, sehingga dapat menjadi sumber energi alternatif yang sangat bermanfaat. Masih banyak fenomena lain di alam yang dapat kamu pelajari, oleh karena itu teruslah belajar dari alam karena belum ada yang dapat menandingi kecanggihan ciptaan Tuhan, sehingga kamu akan lebih bersyukur dan menghargai lingkungan sekitar. Begitu pentingnya tumbuhan bagi kehidupan kita oleh karena itu apakah kamu sudah berupaya menjaga kelestariannya. Coba jawablah beberapa pertanyaan berikut ini!



Tabel 3.6 Pertanyaan untuk Refleksi
Terkait Struktur dan Fungsi Tumbuhan

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu memaku pamflet pada pohon?		
2	Apakah kamu membakar sampah di dekat pohon?		
3	Apakah kamu memetik bunga hingga tak tersisa?		
4	Apakah kamu membiarkan tanaman di sekitarmu kering?		
5	Apakah kamu sengaja memetik buah yang belum layak dimakan?		
Total			

Coba kamu hitung, berapa total skormu dengan ketentuan:

- Jawaban “ya” mendapat skor 0 (nol)
- Jawaban “tidak” mendapat skor 2 (dua)

Bandingkan total skormu dengan kriteria berikut.

- Skor 0 - 3 : berarti kamu tidak peduli terhadap tumbuhan
- Skor 4 - 6 : berarti kamu kurang peduli terhadap tumbuhan
- Skor 7 - 10 : berarti kamu peduli terhadap tumbuhan

Untuk kamu yang tidak peduli atau kurang peduli, sebaiknya kamu terus berusaha untuk meningkatkan kepedulianmu terhadap tumbuhan.





Info Tokoh



740-831 M

Said Al Asma'i

Membuat buku tentang tumbuhan *An-Nabat was Syajar* (tumbuhan dan pepohonan)



Ad-Dinawari

828-896 M



Membuat buku *Botany and Agriculture* dan dinobatkan sebagai pendiri Botani atau ilmu tumbuh-tumbuhan



1190-1248 M

Al-Baitar



Ahli Botani (tumbuhan) dan Farmasi (obat-obatan). Membuat buku *Al-Jami fi al-Adwiya al-Mufrada* (buku tumbuhan dan pengobatan)



Robert Brown

1773-1858 M



Penemu bahwa sel-sel epidermis tumbuhan, serbuk sari, dan kepala putik mengandung inti sel

1804-1882 M



Matthias J. Schleiden



Penemu bahwa tubuh tumbuhan tersusun atas bagian terkecil yang disebut sel





Rangkuman

1. Organ vegetatif merupakan organ tumbuhan yang berfungsi mendukung pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, terutama berguna untuk penyerapan, pengolahan, pengangkutan, dan penimbunan zat-zat makanan.
2. Organ vegetatif tumbuhan berpembuluh terdiri atas akar, batang, dan daun.
3. Akar berfungsi untuk menambatkan tubuh tumbuhan pada tanah atau medium tumbuhnya dan menyerap air dan mineral dalam tanah atau pada medium tumbuhnya.
4. Batang berfungsi untuk menyokong bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah, sebagai jalan pengangkutan air dan mineral dari akar menuju daun, dan jalan pengangkutan makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
5. Daun berfungsi untuk mengambil gas karbon dioksida (CO_2) yang digunakan sebagai sumber (bahan baku) dalam fotosintesis, mengatur penguapan air (transpirasi), dan pernapasan (respirasi) tumbuhan.
6. Jaringan meristem adalah jaringan yang sel-selnya aktif membelah diri secara mitosis. Jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu meristem primer (menyebabkan pertumbuhan memanjang) dan meristem sekunder (menyebabkan pertumbuhan melebar).
7. Jaringan dewasa berasal dari pembelahan sel-sel meristem primer dan sel-sel meristem sekunder, yang telah mengalami diferensiasi. Jaringan dewasa dapat dibedakan menjadi jaringan pelindung (epidermis), jaringan dasar (parenkim), jaringan penyokong (kolenkim dan sklerenkim), dan jaringan pengangkut (xilem dan floem).

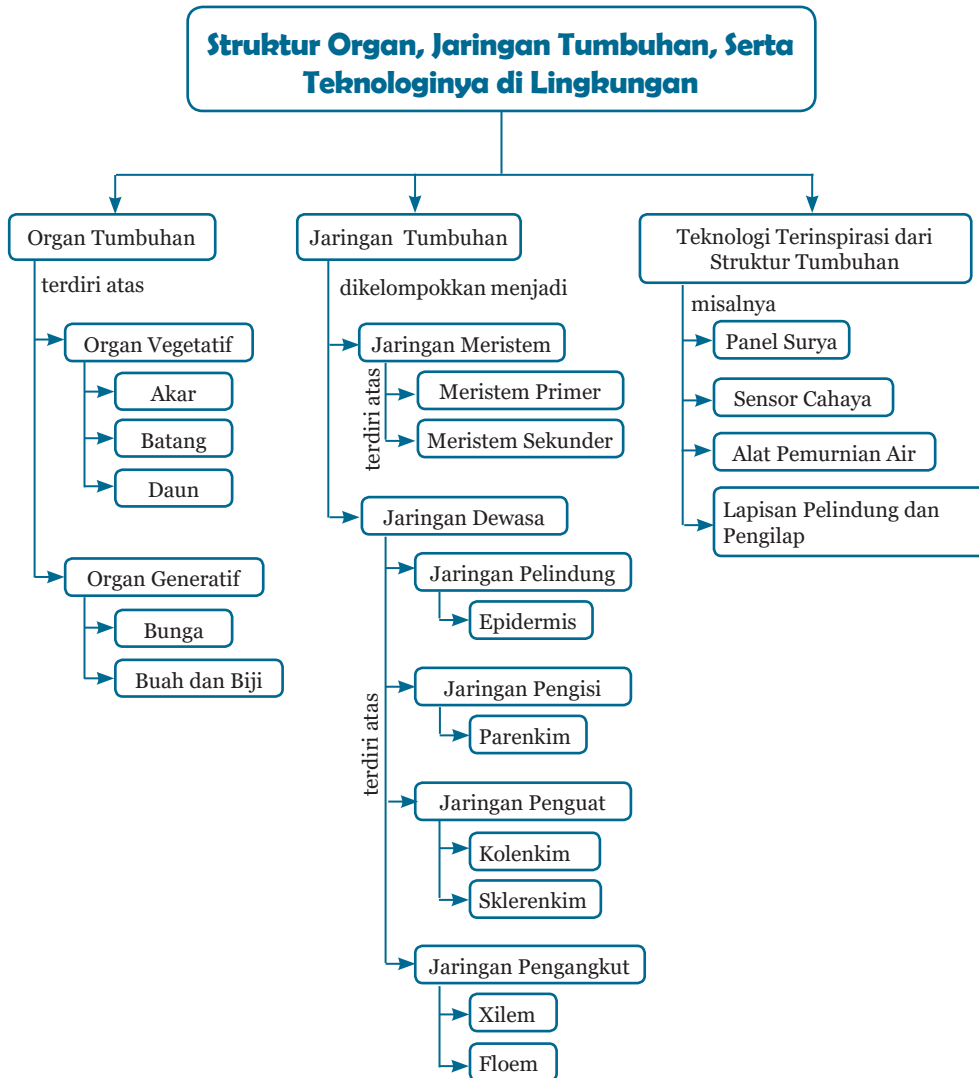


8. Jaringan pelindung berfungsi untuk melindungi bagian dalam tumbuhan dari berbagai pengaruh luar yang merugikan, contohnya adalah jaringan epidermis.
9. Jaringan dasar atau jaringan pengisi memiliki fungsi penting dalam semua proses fisiologi (metabolisme) pada tumbuhan, contohnya adalah jaringan parenkim.
10. Jaringan penyokong berfungsi untuk memberi bentuk tubuh tumbuhan, contohnya adalah jaringan kolenkim dan sklerenkim.
11. Jaringan pengangkut terdiri atas jaringan xilem dan jaringan floem. Xilem berfungsi untuk mengangkut air dan zat-zat terlarut di dalamnya dari akar menuju daun. Floem berfungsi untuk mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.
12. Fotosintesis terjadi pada jaringan palisade dan jaringan bunga karang, yang banyak ditemukan di daun.
13. Struktur organ dan jaringan tumbuhan tersebut menginspirasi manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi, seperti panel surya (*solar cell*), sensor cahaya, lapisan pelindung dan pengilap mobil, dan alat pemurnian air.





Bagan Konsep

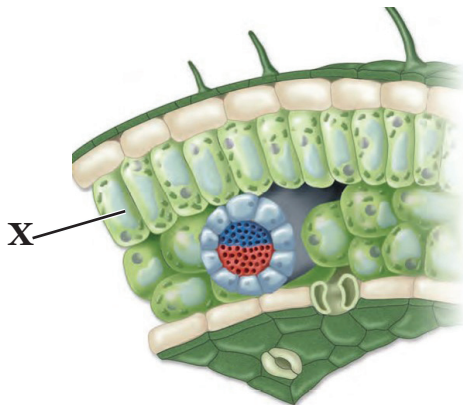




Uji Kompetensi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Rambut atau bulu akar hanya terdapat pada bagian akar yang masih muda yang merupakan penonjolan atau diferensiasi dari jaringan
A. korteks
B. epidermis
C. endodermis
D. silinder pusat
2. Umur pohon dapat dilihat dari garis-garis yang menunjukkan hasil kegiatan dari suatu masa pertumbuhan. Garis-garis itu disebut
A. xilem
B. felogen
C. parenkim kayu
D. lingkaran tahun
3. Perbedaan berkas pengangkut pada batang monokotil dengan batang dikotil adalah
A. berkas pengangkut pada dikotil tidak memiliki kambium
B. berkas pengangkut pada monokotil tersusun beraturan
C. berkas pengangkut pada dikotil tersusun tidak beraturan
D. berkas pengangkut pada dikotil dipisahkan oleh kambium
4. Perhatikan anatomi daun berikut!



Sumber: Raven *et al.* 2010

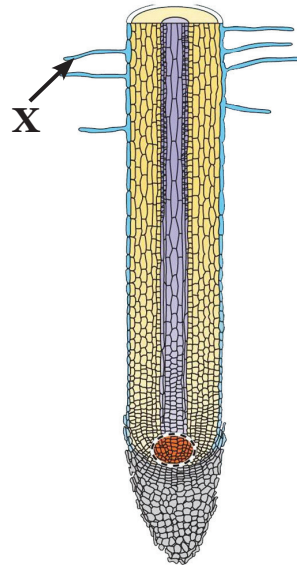


Jaringan yang ditunjukkan oleh huruf X merupakan salah satu jaringan penyusun daun. Jaringan X disebut jaringan ... dan berfungsi untuk

- A. palisade, berperan dalam fotosintesis
- B. palisade, berperan dalam pengangkutan air
- C. bunga karang, berperan dalam fotosintesis
- D. bunga karang, berperan dalam pengangkutan air

5. Perhatikan gambar anatomi akar di samping! Berdasarkan gambar, fungsi dari struktur X adalah

- A. melindungi akar ketika menembus tanah
- B. mengangkut air dan unsur hara dari tanah
- C. menopang pohon untuk tetap dapat berdiri
- D. memperluas daerah penyerapan air dan unsur hara dari tanah



Sumber:
Campbell *et al.* 2008

6. Berikut ini, bagian-bagian akar yang dilalui oleh air tanah secara berturut turut adalah

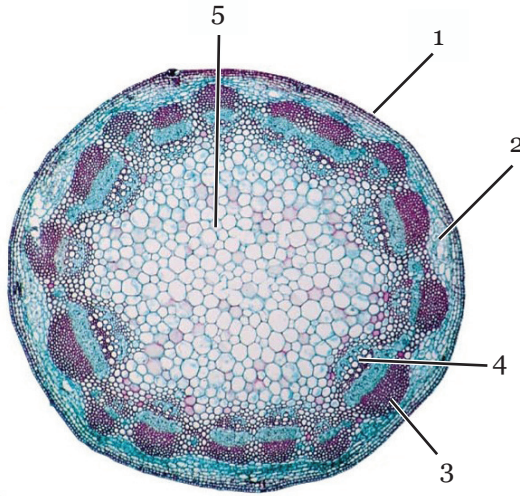
- A. epidermis rambut akar – parenkim – endodermis – xilem akar
- B. epidermis rambut akar – endodermis – parenkim – xilem akar
- C. epidermis rambut akar – kambium – parenkim – xilem akar
- D. kulit luar – kambium – endodermis – xilem akar

7. Sehelai daun ditutupi sebagian dengan kertas timah, lalu diletakkan di tempat yang terkena cahaya matahari selama 24 jam. Daun tersebut kemudian dipetik dan dilakukan uji iodium pada permukaan atas daun. Proses tersebut merupakan cara untuk

- A. mengetahui bahwa hasil fotosintesis adalah amilum
- B. mengetahui bahwa klorofil diperlukan dalam fotosintesis
- C. mengetahui bahwa pada fotosintesis terbentuk gas oksigen
- D. mengetahui bahwa amilum terdapat pada seluruh bagian daun



8. Perhatikan gambar di bawah!



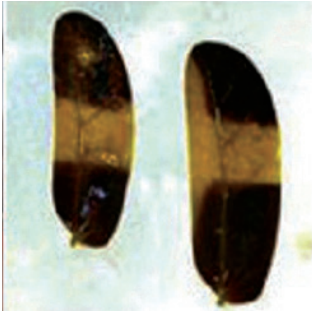
Sumber: Campbell *et al.* 2008

Bagian yang berfungsi sebagai jaringan pengangkut ditunjukkan pada bagian bernomor

- A. 1 dan 3
 - B. 2 dan 5
 - C. 3 dan 4
 - D. 3 dan 5
9. Berikut ini merupakan teknologi yang terinspirasi dari proses fotosintesis yang terjadi dalam daun adalah
- A. panel surya
 - B. alat pemurnian air
 - C. *light-dependent resistor*
 - D. lapisan pengilap cat mobil
10. Lapisan pelindung pada daun tumbuhan yang menginspirasi pembuatan lapisan pengilap cat mobil adalah
- A. floem
 - B. kutikula
 - C. endodermis
 - D. rambut akar



B. Jawablah dengan benar pertanyaan berikut!

1. Berdasarkan hasil pengamatan kamu pada saat mengamati struktur anatomi batang pada kacang tanah dan jagung, jawablah pertanyaan berikut.
 - a. Jelaskan perbedaan struktur jaringan dari kedua batang tersebut!
 - b. Berdasarkan ciri-cirinya, termasuk kelompok tumbuhan apakah jagung dan kacang tanah?
2. Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana yang dilakukan oleh tumbuhan. Sebutkan 3 faktor yang memengaruhi proses fotosintesis!
3. Akar pada tumbuhan berfungsi sebagai penopang tumbuhan untuk tumbuh, namun pada beberapa tumbuhan akar termodifikasi membentuk fungsi khusus. Sebutkan 3 macam jenis akar yang termodifikasi disertai dengan contoh tumbuhannya!
4. Pada suatu pengamatan percobaan tentang fotosintesis ditemukan data sebagai berikut. Setelah ditetesi larutan kalium iodida (KI) kondisinya seperti gambar di samping!

Sumber: Dok. Kemdikbud

 - a. Jelaskan pada bagian daun yang mana terjadi fotosintesis dan buktikan berdasarkan data pengamatan tersebut!
 - b. Apa fungsi dari memasukkan daun yang akan diuji pada air yang mendidih?
 - c. Apa fungsi dari penggunaan alkohol dalam proses pengujian daun yang mengalami fotosintesis?
5. Tumbuhan membutuhkan berbagai bahan untuk fotosintesis. Salah satunya adalah air yang bergerak dari akar sampai ke ujung daun.
 - a. Bagaimanakah cara air yang diserap dari tanah dapat sampai ke daun paling atas?
 - b. Bagian tubuh tumbuhan manakah yang berperan?



Ayo, Kita Kerjakan Proyek

Merancang Teknologi yang Terinspirasi dari Struktur Tumbuhan

Melalui pembelajaran pada materi ini kamu tentu sudah banyak mengetahui berbagai struktur tumbuhan yang telah menginspirasi banyak orang sehingga diadopsi dalam pengembangan teknologi. Agar kamu lebih memahami tentang struktur tumbuhan dan manfaatnya dalam kehidupan, ayo secara berkelompok lakukan pengamatan berbagai jenis tumbuhan di sekitarmu. Buatlah sebuah poster yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan yang telah kamu lakukan. Setelah itu presentasikanlah poster yang telah kamu buat di depan kelas!

▪ **Permasalahan:**

Struktur dan jaringan tumbuhan banyak menginspirasi para ahli untuk mengembangkan teknologi. Apa sajakah teknologi atau struktur bangunan yang terinspirasi dari struktur dan jaringan yang ada di lingkungan sekitarmu?

▪ **Perencanaan:**

Rancanglah pengamatan berbagai jenis tumbuhan di sekitar tempat tinggalmu. Rancanglah sebuah poster yang berisi tentang teknologi atau struktur bangunan apa saja yang terinspirasi dari struktur dan jaringan tumbuhan berdasarkan hasil pengamatan. Poster dapat dibuat pada kertas ukuran A3. Lakukan kegiatan ini dalam kelompok (2-3 orang per kelompok). Konsultasikan kepada guru apa yang akan kamu lakukan.

▪ **Pelaksanaan:**

Lakukan kegiatan yang telah kamu rancang. Buatlah poster sekreatif dan semenarik mungkin.



Lakukan kegiatan ini dengan sungguh-sungguh dan saling bekerja sama. Jika kamu mengalami kesulitan mintalah bantuan pada guru atau orangtuamu.

▪ **Penilaian:**

Penilaian dilakukan berdasarkan:

1. Produk berupa poster yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan. Aspek yang akan dinilai dalam pembuatan poster yaitu kebenaran konsep, kreativitas, kemenarikan, dan kemudahan dipahami.
2. Presentasi poster yang telah kamu buat bersama kelompokmu yang berisi tentang beberapa rancangan teknologi atau struktur bangunan (selain yang sudah ada di Buku Siswa) yang terinspirasi dari struktur tumbuhan.

