



KELAS 9

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Menjelajahi Kehidupan di Sekitar Kita:

Buku Pegangan IPA untuk Siswa Kelas 9

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas terbitnya e-book IPA ini yang merupakan bagian dari upaya menghadirkan pembelajaran yang lebih mudah diakses oleh seluruh pelajar Indonesia. IPA adalah mata pelajaran yang mempelajari makhluk hidup dan lingkungannya, mulai dari struktur tubuh, fungsi organ, hingga ekosistem dan keanekaragaman hayati, yang bermanfaat dalam membangun kepedulian terhadap kehidupan dan kelestarian lingkungan.

E-book ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran IPA Fase D (sesuai dengan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka). Konten e-book ini dirancang agar peserta didik dapat memahami materi IPA secara komprehensif, mengasah keterampilan berpikir kritis, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain materi utama, e-book ini juga dilengkapi dengan latihan soal, pembahasan, serta tautan ke sumber belajar tambahan seperti video pembelajaran interaktif.

E-book ini merupakan bagian dari platform [Fitri](#), sebuah platform pembelajaran digital yang menyediakan akses gratis ke berbagai materi belajar, termasuk e-book, latihan soal, dan video pembelajaran interaktif untuk seluruh anak Indonesia. Fitri hadir sebagai wujud kontribusi nyata dalam mendukung pemerataan akses pendidikan berkualitas di Indonesia. Dengan semangat gotong royong dan inklusi, Fitri berkomitmen untuk membantu seluruh siswa, di mana pun berada, agar dapat belajar secara mandiri, efektif, dan menyenangkan. Hal ini selaras dengan tujuan besar pendidikan Indonesia, yaitu mewujudkan generasi yang cerdas, berakarakter, dan siap menghadapi tantangan zaman.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung tersedianya e-book ini. Semoga kehadiran e-book IPA ini dapat memberikan manfaat nyata dalam proses belajar peserta didik dan turut berkontribusi dalam meningkatkan literasi bangsa.

Jakarta, Juni 2025

Tim Fitri

Daftar Isi

BAB 1: SISTEM REPRODUKSI MAKHLUK HIDUP.....	6
1. Sistem Reproduksi Manusia	8
2. Reproduksi pada Tumbuhan	17
3. Reproduksi pada Hewan.....	24
4. Reproduksi pada Hewan.....	27
Rangkuman	30
Latihan Soal	32
Referensi	34
BAB 2: PEWARISAN SIFAT	35
1. Mengapa Kita Mirip Orang Tua?	37
2. Persilangan Sederhana	39
3. Uji Persilangan: Mencari Bukti, Seperti Detektif Genetik	43
4. Persilangan Ganda dan Hukum Perpaduan Bebas.....	45
5. Genetika dalam Berbagai Bidang Kehidupan	47
Rangkuman	49
Latihan Soal	50
Referensi	52
BAB 3: INOVASI BIOTEKNOLOGI	53
1. Definisi Bioteknologi	55
2. Penerapan Bioteknologi dalam Dunia Pertanian	58
3. Bioteknologi Pangan: Dari Fermentasi Tradisional hingga Inovasi Modern!	62
4. Inovasi Bioteknologi Peternakan	67
Rangkuman	69
Latihan Soal	70
Referensi	72
BAB 4: ATOM, ION, DAN MOLEKUL.....	73
1. Komponen Pembentuk Materi.....	75
2. Isotop, Isobar, Isoton.....	83
Rangkuman	85
Latihan Soal	86
Referensi	88
BAB 5: ZAT ADIKTIF DAN PSIKOTROPIKA.....	89
1. Definisi Zat Adiktif	91
2. Ragam Zat Pemicu Ketergantungan	92

3. Mencegah Pengaruh Buruk Zat Adiktif dan Psikotropika	101
Rangkuman	104
Latihan Soal	105
Referensi	107
BAB 6: LISTRIK.....	108
1. Listrik Statis	110
2. Rangkaian Listrik.....	124
3. Energi dan Daya Listrik	130
4. Sumber Energi Listrik di Kehidupan Sehari-hari	135
Rangkuman	145
Latihan Soal	146
Referensi	148
BAB 7: MAGNET DAN GAYA GERAK LISTRIK	149
1. Klasifikasi dan Cara Membuat Magnet	151
2. Teori Kemagnetan Bumi.....	153
3. Medan Magnetik	156
4. Medan Magnetik di Sekitar Kawat Berarus Listrik	158
5. Elektromagnet dan Gaya Lorentz	161
6. Gaya Gerak Listrik Induksi.....	164
5. Dinamo dan Generator.....	166
8. Transformator (Trafo)	169
9. Aplikasi Elektromagnetik dan Medan Magnetik	172
Rangkuman	174
Latihan Soal	176
Referensi	178
BAB 8: TEKANAN ZAT DAN PENERAPANNYA	179
1. Tekanan Zat	181
2. Tekanan Udara	186
3. Tekanan Zat Cair dalam Tubuh	190
4. Transportasi Air dan Garam Mineral pada Tumbuhan.....	193
Rangkuman	195
Latihan Soal	196
Referensi	198
BAB 9: SIFAT FISIKA, KIMIA, ORGANISME, DAN PELESTARIAN TANAH.....	199
1. Tanah	201
2. Komponen Lapisan Tanah (Horizon Tanah)	204

3. Berbagai Sifat Tanah	206
4. Organisme Tanah.....	210
Rangkuman	216
Latihan Soal	217
Referensi	219

BAB 1:

SISTEM REPRODUKSI MAKHLUK HIDUP



Karakter Pelajar Pancasila

Bergotong royong, Bernalar kritis, dan Kreatif.

Kata Kunci: Fertilisasi, Ovulasi, Implantasi, Embrio, Janin, Pubertas, Hormon, Testis, Ovarium, Sperma, Ovum, Menstruasi, Penyakit reproduksi, Vaksinasi, Seksual, Aseksual, Metamorfosis, Ovipar, Vivipar, Ovovivipar, Pertumbuhan, Perkembangan, Genetik, Nutrisi, Kromosom, Mitosis, Meiosis, Zigot.

Tujuan Pembelajaran: Menjelajahi Sistem Kehidupan Makhluk Hidup

1. Menganalisis organ reproduksi manusia

- ▷ Memahami struktur organ reproduksi pria dan wanita.
- ▷ Menjelaskan fungsi organ dalam proses reproduksi manusia.

2. Menjelaskan tahapan reproduksi manusia

- ▷ Menguraikan proses ovulasi, fertilisasi, dan implantasi.
- ▷ Menjelaskan siklus menstruasi dan hubungannya dengan reproduksi.

3. Menguraikan pertumbuhan dan perkembangan manusia

- ▷ Mengidentifikasi fase-fase pertumbuhan manusia sejak janin hingga dewasa.
- ▷ Menjelaskan perubahan fisik dan hormonal pada masa pubertas.

4. Mengidentifikasi penyakit pada sistem reproduksi

- ▷ Memberikan contoh kelainan atau penyakit, seperti endometriosis dan penyakit menular seksual.
- ▷ Menjelaskan cara pencegahan melalui pola hidup sehat dan pemeriksaan rutin.

5. Mendeskripsikan reproduksi pada tumbuhan dan hewan

- ▷ Menjelaskan perbedaan reproduksi seksual dan aseksual.
- ▷ Memberikan contoh spesies tumbuhan dan hewan dengan jenis reproduksi tersebut.

6. Menjelaskan faktor pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup

- ▷ Mengidentifikasi pengaruh faktor internal seperti genetik dan hormon.
- ▷ Menjelaskan pengaruh faktor eksternal seperti cahaya, air, nutrisi, dan suhu.



F I T R I



1. Sistem Reproduksi Manusia

Sistem reproduksi manusia adalah sistem biologis yang memungkinkan manusia untuk berkembang biak dan mempertahankan keberlangsungan spesiesnya. Sistem ini terdiri atas organ reproduksi internal dan eksternal pada pria dan wanita.

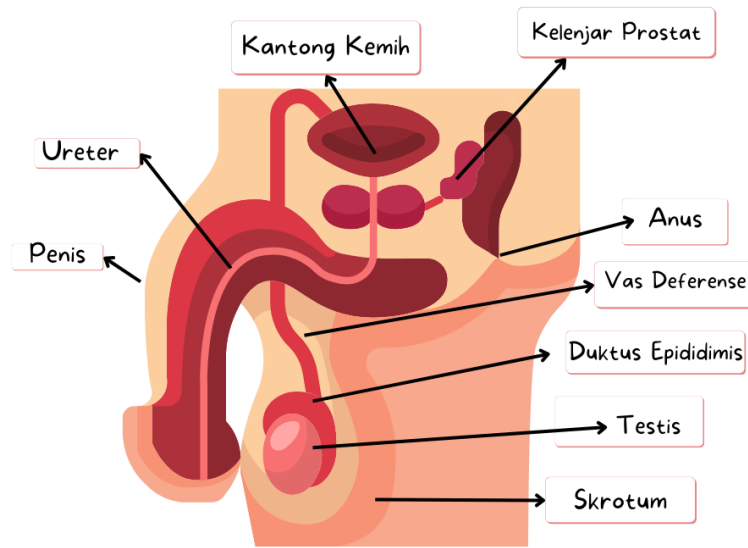
Sistem Reproduksi Pria

Organ reproduksi pria berperan dalam produksi, penyimpanan, dan pengiriman sperma untuk proses reproduksi. Berikut adalah tabel yang menjelaskan organ-organ penyusun sistem reproduksi pria beserta fungsinya:

Tabel Organ-Organ Penyusun System Reproduksi Pria

Organ Reproduksi Pria	Jenis (Eksternal/Internal)	Fungsi Utama
Penis	Eksternal	Alat untuk hubungan seksual, pengeluaran sperma saat ejakulasi, dan urine melalui uretra.
Skrotum	Eksternal	Melindungi testis dan menjaga suhu optimal untuk produksi sperma.
Testis	Internal	Memproduksi sperma (spermatogenesis) dan hormon testosteron.
Epididimis	Internal	Menyimpan dan mematangkan sperma sebelum ejakulasi.
Vas Deferens (Saluran Sperma)	Internal	Mengangkut sperma dari epididimis menuju uretra saat ejakulasi.
Kelenjar Prostat	Internal	Menghasilkan cairan prostat untuk melindungi sperma di lingkungan asam saluran reproduksi wanita.
Vesikula Seminalis	Internal	Menghasilkan cairan yang mengandung fruktosa sebagai sumber energi sperma.
Kelenjar Cowper (Bulbourethral)	Internal	Menghasilkan cairan pelumas untuk melindungi sperma saat melalui uretra.
Uretra	Internal	Saluran untuk mengeluarkan sperma dan urine melalui penis.

Sperma adalah sel reproduksi jantan yang dihasilkan oleh testis pada pria melalui proses yang disebut spermatogenesis. Sperma berperan penting dalam proses fertilisasi, yaitu penyatuan antara sel sperma dan sel telur, yang merupakan awal dari pembentukan zigot.



Organ Reproduksi Laki-Laki – canva.com

a. Struktur Sperma

Sperma memiliki bentuk unik yang dirancang untuk mobilitas dan fungsi reproduktif. Bagian-bagian sperma meliputi:

▷ Kepala:

- Mengandung inti sel yang membawa informasi genetik (DNA).
- Di bagian depan terdapat akrosom, yaitu enzim yang membantu sperma menembus lapisan pelindung sel telur saat fertilisasi.

▷ Leher (Midpiece):

Mengandung banyak mitokondria yang menyediakan energi untuk pergerakan sperma.

▷ Ekor (Flagel):

Memungkinkan sperma bergerak (berenang) menuju sel telur di saluran reproduksi wanita.

b. Proses Produksi Sperma (Spermatogenesis)

- ▷ Spermatogenesis terjadi di dalam tubulus seminiferus di testis.
- ▷ Proses ini dipicu oleh hormon reproduksi seperti testosteron, FSH (Follicle-Stimulating Hormone), dan LH (Luteinizing Hormone).
- ▷ Spermatogenesis membutuhkan waktu sekitar 64–72 hari untuk menghasilkan sperma matang.

c. Komposisi Sperma dalam Cairan Semen

- ▷ Sperma dikeluarkan bersama cairan semen saat ejakulasi.
- ▷ Setiap mililiter semen mengandung sekitar 15 juta hingga 200 juta sperma.
- ▷ Cairan semen berasal dari kelenjar prostat, vesikula seminalis, dan kelenjar Cowper.
- ▷ Cairan ini melindungi, memberikan nutrisi (fruktosa), dan memfasilitasi gerakan sperma.

d. Karakteristik Sperma Sehat

- ▷ Jumlah: Idealnya lebih dari 15 juta sperma per mililiter cairan semen.

- ▷ Mobilitas: Lebih dari 40% sperma harus aktif bergerak.
- ▷ Bentuk (Morfologi): Sperma sehat memiliki bentuk kepala oval dengan ekor panjang yang simetris.

e. Peran Sperma dalam Fertilisasi

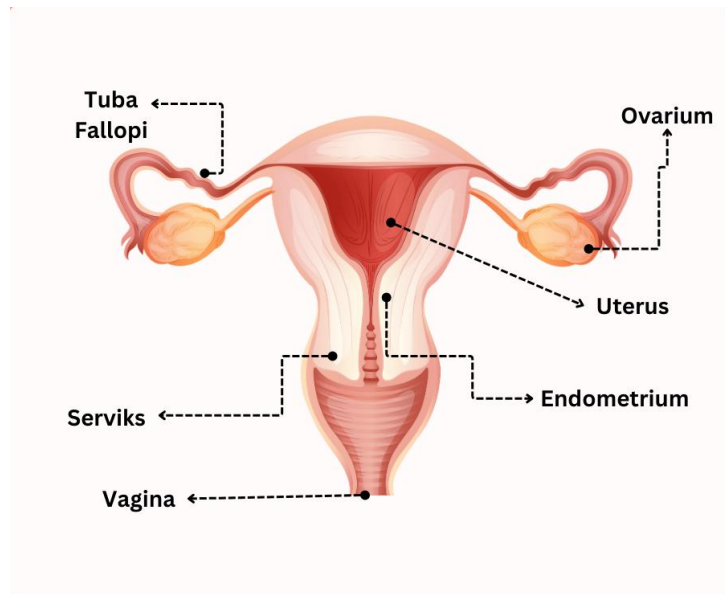
- ▷ Sperma yang sehat berenang melalui saluran reproduksi wanita untuk mencapai sel telur di tuba falopi.
- ▷ Enzim akrosom di kepala sperma membantu menembus lapisan pelindung sel telur.
- ▷ Setelah salah satu sperma berhasil membuahi sel telur, membran sel telur menutup untuk mencegah sperma lain masuk.
- ▷ Sperma adalah kunci dalam proses reproduksi, dengan peran vital dalam membawa informasi genetik dari ayah ke keturunannya.

Sistem Reproduksi Wanita

Organ reproduksi wanita dirancang untuk memproduksi sel telur, menyediakan lingkungan bagi fertilisasi, dan mendukung perkembangan embrio hingga kelahiran. Berikut adalah table dan gambar yang menjelaskan organ-organ penyusun sistem reproduksi wanita beserta fungsinya:

Tabel Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Wanita

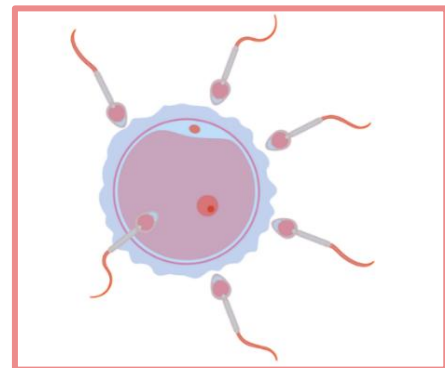
Organ Reproduksi Wanita	Jenis (Eksternal/Internal)	Fungsi Utama
Ovarium	Internal	Menghasilkan sel telur (ovum) dan hormon seperti estrogen dan progesteron.
Tuba Falopi	Internal	Tempat terjadinya fertilisasi; mengangkut sel telur atau zigot ke rahim.
Rahim (Uterus)	Internal	Tempat embrio menempel dan berkembang selama kehamilan.
Serviks	Internal	Menghubungkan rahim dengan vagina; menghasilkan lendir untuk membantu sperma.
Vagina	Internal	Saluran untuk hubungan seksual, jalur lahir, dan keluarnya darah menstruasi.
Labia Majora	Eksternal	Melindungi bagian luar sistem reproduksi dari infeksi dan cedera.
Labia Minora	Eksternal	Melindungi bukaan vagina dan uretra.
Kliitoris	Eksternal	Organ sensitif yang berfungsi dalam stimulasi seksual.



Organ Reproduksi Wanita – Canva.com

Proses Fertilisasi (Pembuahan)

Fertilisasi adalah proses penyatuan sel sperma dan sel telur yang biasanya terjadi di tuba falopi. Saat ejakulasi, sperma bergerak melalui saluran reproduksi wanita menuju sel telur yang dilepaskan oleh ovarium selama ovulasi. Sperma yang berhasil mencapai dan menembus membran sel telur akan menyatukan materi genetiknya dengan sel telur, membentuk zigot. Zigot ini mengandung kombinasi genetik dari kedua orang tua, yang menjadi dasar pewarisan sifat.



Proses fertilisasi-Canva.com

Pertumbuhan dan Perkembangan Embrio

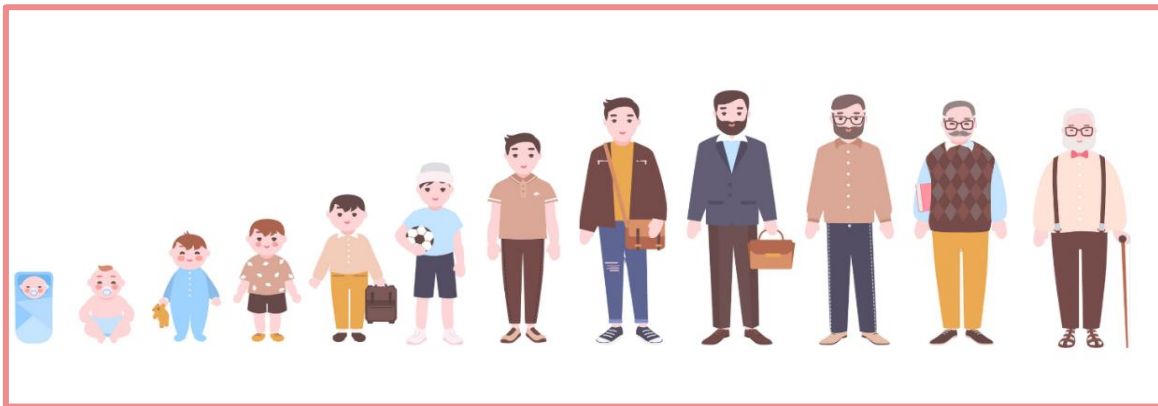
Tabel Proses Perkembangan Janin

Tahap Kehamilan	Periode	Perkembangan Utama
Trimester 1	Minggu 1–12	Minggu 1–4: Fertilisasi, pembentukan zigot, implantasi di rahim, mulai berkembang menjadi embrio.
		Minggu 5–8: Pembentukan organorgan utama (organogenesis), termasuk otak, jantung mulai berdetak, dan tulang belakang.
		Minggu 9–12: Embrio menjadi janin, organ reproduksi mulai berkembang.

Tahap Kehamilan	Periode	Perkembangan Utama
Trimester 2	Minggu 13–26	Janin mulai bergerak, perkembangan wajah lebih jelas, sistem saraf dan otot semakin matang. Paruparu dan sistem pencernaan mulai berkembang, rambut halus (lanugo) muncul.
Trimester 3	Minggu 27–40	Pertumbuhan pesat janin, sistem organ seperti paruparu dan otak matang sepenuhnya. Janin mengembangkan refleks, posisi kepala mulai turun ke panggul menjelang kelahiran.

Setelah fertilisasi, zigot mulai membelah secara mitosis saat bergerak menuju rahim. Zigot berkembang menjadi blastokista dan menempel pada dinding rahim dalam proses yang disebut implantasi. Setelah implantasi di dinding rahim, blastokista berkembang menjadi embrio dan memasuki tahap diferensiasi, di mana sel-sel mulai membentuk jaringan dan organ tubuh. Pada minggu ke-3 hingga ke-8 kehamilan, terjadi pembentukan organ-organ utama seperti otak, jantung, dan tulang belakang, yang dikenal sebagai periode organogenesis. Memasuki minggu ke-9, embrio mulai disebut janin, ditandai dengan struktur tubuh yang lebih lengkap, termasuk perkembangan wajah, anggota tubuh, dan sistem saraf yang lebih kompleks. Janin terus bertumbuh hingga sistem-sistem tubuhnya matang dan siap untuk lahir sekitar usia kehamilan 40 minggu.

Tahapan Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia



Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia – Canva.com

Pertumbuhan dan perkembangan manusia dimulai sejak fertilisasi hingga akhir kehidupan. Setiap tahap memiliki ciri khas, meliputi:

1) Tahap Embrio dan Janin:

Dimulai dari fertilisasi hingga kelahiran. Embrio berkembang menjadi janin yang dilengkapi organ tubuh.

2) Masa Bayi (0–2 Tahun):

Pertumbuhan fisik pesat, mulai mengenali lingkungan, dan perkembangan motorik dasar.

3) Masa Anak-Anak (3–12 Tahun):

Kemampuan berpikir logis berkembang, pertumbuhan tubuh stabil, dan pembentukan karakter.

4) Masa Remaja (13–18 Tahun):

Masa pubertas ditandai dengan perubahan fisik, seperti pertumbuhan rambut pubis, perubahan suara pada pria, dan menstruasi pada wanita.

5) Masa Dewasa (19–40 Tahun):

Puncak kematangan fisik, emosional, dan reproduksi.

6) Masa Lansia (>40 Tahun):

Penurunan fungsi organ tubuh, termasuk organ reproduksi, misalnya menopause pada wanita.

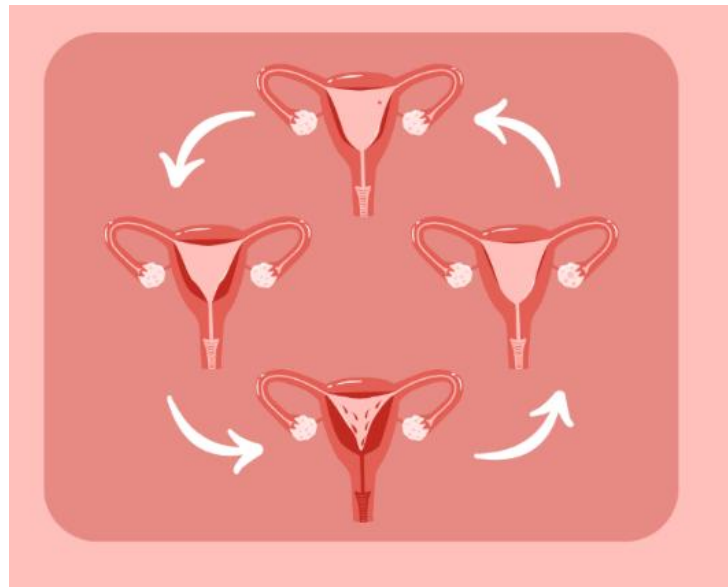
Tabel Perubahan fisik pada wanita dan pria di masa pubertas

Aspek	Wanita	Rentang Usia (Wanita)	Pria	Rentang Usia (Pria)
Pertumbuhan Tubuh	Tinggi badan bertambah pesat (growth spurt).	9–14 tahun	Tinggi badan bertambah pesat (growth spurt).	10–16 tahun
Organ Reproduksi	Mulai menstruasi (menarche); ovarium aktif.	9–15 tahun	Testis dan penis membesar; produksi sperma dimulai.	11–17 tahun
Perubahan Suara	Tidak signifikan; suara sedikit lebih nyaring.	10–16 tahun	Suara menjadi lebih berat.	12–18 tahun
Rambut Tubuh	Tumbuh rambut di ketiak dan sekitar organ intim.	9–15 tahun	Tumbuh rambut di ketiak, sekitar organ intim, dan wajah (jenggot/kumis).	11–16 tahun
Payudara	Payudara mulai berkembang.	8–14 tahun	Tidak ada perubahan pada payudara.	Tidak berlaku
Kulit dan Keringat	Kulit cenderung lebih berminyak; produksi keringat meningkat.	9–15 tahun	Kulit lebih berminyak; produksi keringat meningkat.	11–17 tahun
Distribusi Lemak	Lemak cenderung menumpuk di pinggul, paha, dan payudara.	9–15 tahun	Lemak cenderung berkurang, otot lebih menonjol.	12–18 tahun
Perubahan Emosional	Mulai lebih emosional, sering terjadi perubahan suasana hati.	9–15 tahun	Lebih emosional, sering terjadi perubahan suasana hati.	11–17 tahun

Siklus Haid

Siklus haid adalah rangkaian perubahan hormonal pada wanita yang terjadi setiap bulan untuk mempersiapkan tubuh terhadap kehamilan. Siklus ini biasanya berlangsung 28 hari, tetapi dapat bervariasi. Tahapan siklus haid meliputi:

- 1) Menstruasi (Hari 1–5): Luruhnya lapisan endometrium disertai perdarahan.
- 2) Fase Folikular (Hari 6–13): Ovarium mempersiapkan folikel untuk melepaskan sel telur.
- 3) Ovulasi (Hari 14): Sel telur dilepaskan dari ovarium ke tuba falopi.
- 4) Fase Luteal (Hari 15–28): Hormon progesteron meningkat untuk mempersiapkan rahim menerima zigot. Jika tidak ada fertilisasi, siklus dimulai kembali.



Perubahan Dinding Rahim saat menstruasi – Canva.com

Ejakulasi

Ejakulasi adalah proses keluarnya cairan semen yang mengandung sperma dari penis melalui uretra. Proses ini biasanya terjadi saat pria mencapai puncak rangsangan seksual. Ejakulasi terdiri dari dua tahap utama:

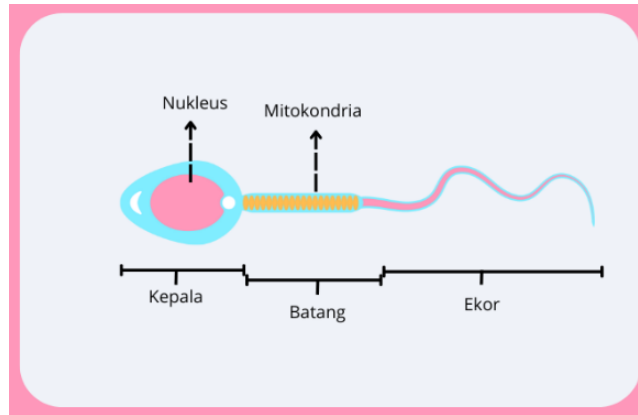
- 1) Emisi

Pada tahap ini, sperma yang dihasilkan di testis dan disimpan di epididimis dipindahkan ke vas deferens. Di sini, sperma bercampur dengan cairan dari vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar Cowper untuk membentuk semen. Cairan ini menyediakan nutrisi dan lingkungan yang melindungi sperma.

- 2) Ejakulasi

Kontraksi otot di sekitar saluran reproduksi mendorong semen keluar dari penis melalui uretra. Proses ini dikendalikan oleh sistem saraf dan biasanya terjadi bersamaan dengan orgasme.

Ejakulasi merupakan bagian dari fungsi reproduksi pria, karena sperma dalam semen berperan dalam fertilisasi saat memasuki saluran reproduksi wanita. Pada kondisi normal, ejakulasi menghasilkan semen sebanyak 2–5 mililiter yang mengandung jutaan sperma.



Struktur Sperma-Canva.com

Gangguan dan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Beberapa gangguan dan penyakit yang sering terjadi pada sistem reproduksi manusia:

a. Gangguan pada Pria:

- ▷ Varikokel: Pembesaran pembuluh darah pada skrotum yang dapat memengaruhi produksi sperma.
- ▷ Prostatitis: Radang kelenjar prostat.

b. Gangguan pada Wanita:

- ▷ Endometriosis: Pertumbuhan jaringan endometrium di luar rahim.
- ▷ PCOS (Polycystic Ovary Syndrome): Gangguan hormon yang memengaruhi ovulasi.

c. Penyakit Menular Seksual (PMS):

Gonore, sifilis, HIV/AIDS, dan herpes genital dapat ditularkan melalui hubungan seksual yang tidak aman.

Kesehatan Organ Reproduksi

Menjaga kesehatan organ reproduksi sangat penting untuk mencegah penyakit dan gangguan. Cara menjaga kesehatan organ reproduksi meliputi:

- a. Pola Hidup Sehat: Konsumsi makanan bergizi, olahraga teratur, dan hindari rokok serta alkohol.
- b. Kebersihan: Jaga kebersihan organ intim, gunakan pakaian dalam yang bersih dan tidak ketat.
- c. Pemeriksaan Rutin: Lakukan pemeriksaan kesehatan reproduksi secara berkala untuk mendeteksi gangguan sejak dini.
- d. Hubungan Seksual yang Aman: Gunakan perlindungan seperti kondom untuk mencegah PMS dan kehamilan tidak diinginkan.

Contoh Soal

Sistem reproduksi pria memiliki berbagai organ dengan fungsi khusus yang saling mendukung dalam proses reproduksi. Organ manakah yang berfungsi utama untuk memproduksi sperma dan hormon testosteron?

- A. Epididimis
- B. Vesikula seminalis
- C. Testis
- D. Prostat
- E. Skrotum

Jawaban Benar: C. Testis

Penjelasan:

Testis merupakan organ reproduksi pria yang berperan penting dalam memproduksi sperma melalui proses spermatogenesis. Selain itu, testis juga menghasilkan hormon testosteron yang berfungsi mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder pada pria serta mendukung produksi sperma. Epididimis berfungsi untuk menyimpan dan mematangkan sperma, vesikula seminalis menghasilkan cairan kaya fruktosa, kelenjar prostat menghasilkan cairan untuk melindungi sperma, sedangkan skrotum menjaga suhu optimal testis.



Fakta Menarik

Kita semua pernah “sebesar biji wijen”!

Saat usia 4 minggu di dalam rahim, embrio manusia hanya sepanjang 4 mm – mirip biji wijen, tapi sudah mulai membentuk jantung sederhana yang berdetak.





2. Reproduksi pada Tumbuhan

Reproduksi pada tumbuhan dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu vegetatif dan generatif. Berikut penjelasannya secara lebih mendalam:

Reproduksi Vegetatif

Reproduksi vegetatif adalah cara tumbuhan berkembang biak tanpa melibatkan proses pembuahan. Reproduksi ini biasanya memanfaatkan bagian tubuh tumbuhan dan dapat terjadi secara alami maupun buatan.



Umbi Batang Pada Kentang-canva.com

a. Reproduksi Vegetatif Alami

- ▷ **Rhizoma:** Batang bawah tanah yang tumbuh mendatar dan menghasilkan tunas baru. Contoh: jahe, kunyit.
- ▷ **Stolon:** Batang yang merambat di atas tanah dan membentuk akar serta tunas baru. Contoh: stroberi.
- ▷ **Umbi:** Bagian tumbuhan yang mengalami pembengkakan dan menyimpan cadangan makanan. Contoh: kentang (umbi batang), bawang merah (umbi lapis).
- ▷ **Tunas:** Tumbuhnya bagian baru dari batang atau akar. Contoh: pisang, bambu.

b. Reproduksi Vegetatif Buatan

- ▷ **Cangkok:** Teknik memperbanyak tumbuhan dengan cara mengupas kulit batang dan membungkusnya dengan tanah hingga tumbuh akar.
- ▷ **Stek:** Pemotongan bagian tumbuhan seperti batang, daun, atau akar untuk menghasilkan tanaman baru. Contoh: stek batang pada singkong.
- ▷ **Okulasi (Menempel):** Penyatuan batang atas (entres) dengan batang bawah dari tanaman lain. Contoh: pohon mangga.
- ▷ **Runduk:** Membengkokkan batang ke tanah agar bagian yang tertimbun tumbuh akar. Contoh: arbei.

Reproduksi Generatif pada Tumbuhan Berbiji

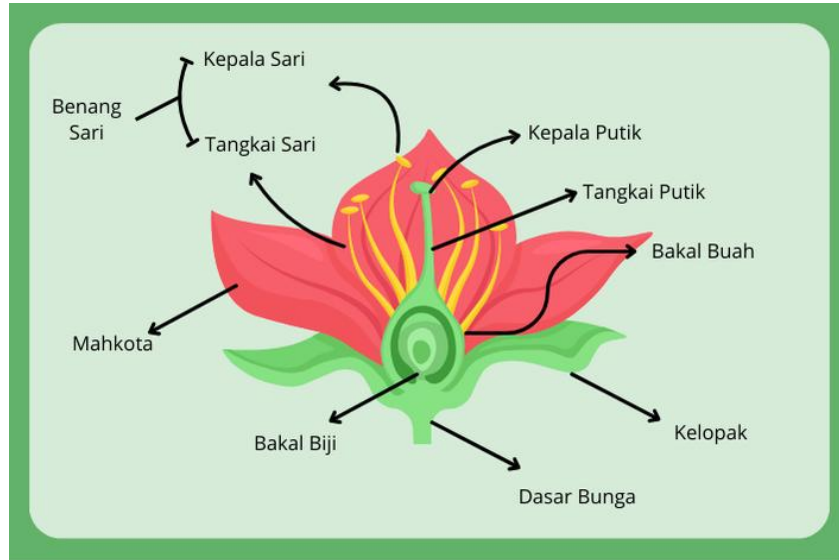
Reproduksi generatif pada tumbuhan berbiji melibatkan pembentukan gamet jantan dan betina, proses penyerbukan, pembuahan, dan perkembangan biji. Proses ini menghasilkan keturunan dengan variasi genetik.

a. Pembentukan Sel Kelamin Jantan dan Betina

- ▷ Sel Kelamin Jantan (Serbuk Sari):
 - Dibentuk di kepala sari (antera) melalui proses meiosis.
 - Serbuk sari mengandung inti generatif dan inti vegetatif, yang berperan dalam proses fertilisasi.

▷ Sel Kelamin Betina (Ovulum):

- Dibentuk di dalam bakal biji (ovulum) yang terdapat di ovarium.
- Meiosis di bakal biji menghasilkan sel telur dan inti kandung lembaga yang berperan dalam proses pembuahan ganda.



Struktur Bunga-Canva.com

b. Penyerbukan pada Tumbuhan Berbiji

Penyerbukan adalah proses perpindahan serbuk sari dari kepala sari ke kepala putik. Berdasarkan perantara, penyerbukan dibagi menjadi:

- ▷ Penyerbukan oleh Angin (Anemogami): Contoh pada tanaman jagung dan padi.
- ▷ Penyerbukan oleh Hewan (Zoidiogami): Contoh pada bunga dengan nektar seperti mawar dan durian.
- ▷ Penyerbukan oleh Air (Hidrogami): Contoh pada tanaman air seperti Hydrilla.
- ▷ Penyerbukan Sendiri: Serbuk sari berasal dari bunga yang sama.

c. Pembuahan pada Tumbuhan Berbiji

Setelah penyerbukan, pembuahan terjadi melalui proses:

▷ Pembuahan Ganda:

- Salah satu inti sperma membuahi sel telur, membentuk zigot (embrio).
- Inti sperma lainnya menyatu dengan inti kandung lembaga sekunder, membentuk endosperma sebagai cadangan makanan.

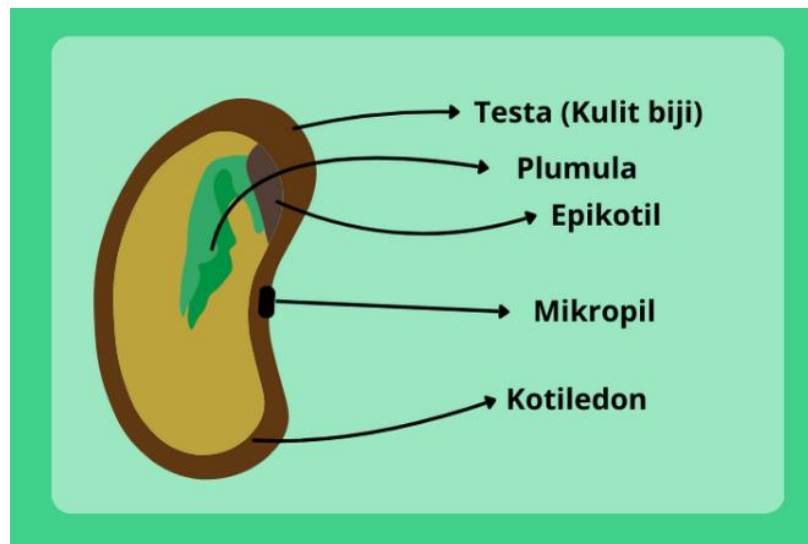
▷ Proses:

- Serbuk sari membentuk buluh serbuk sari yang menuju ovarium melalui tangkai putik.
- Inti generatif di buluh membelah menjadi dua inti sperma untuk pembuahan ganda.

d. Perkembangan Biji

Biji terdiri dari tiga bagian utama:

- ▷ Kulit Biji (Testa): Melindungi bagian dalam biji.
- ▷ Endosperma: Cadangan makanan untuk perkembangan embrio.
- ▷ Embrio: Calon tumbuhan baru yang terdiri dari:
 - Radikula: Bagian yang akan berkembang menjadi akar.
 - Plumula: Bagian yang akan berkembang menjadi tunas.
 - Kotiledon: Menyimpan cadangan makanan sementara.



Struktur Biji Dikotil-Canva.com

e. Perkecambahan Biji

Perkecambahan adalah proses tumbuhnya biji menjadi tanaman muda. Tipe perkecambahan meliputi:

- ▷ Epigeal: Kotiledon terangkat ke atas tanah (contoh: kacang hijau).
- ▷ Hipogeal: Kotiledon tetap berada di dalam tanah (contoh: jagung). Faktor penting untuk perkecambahan: air, oksigen, dan suhu.

Metagenesis

a. Metagenesis pada Tumbuhan Lumut

- ▷ **Definisi:** Metagenesis adalah pergiliran antara generasi gametofit (haploid) dan sporofit (diploid) dalam siklus hidup tumbuhan.
- ▷ **Dominasi Gametofit:** Pada tumbuhan lumut, fase **gametofit** lebih dominan, terlihat sebagai tumbuhan hijau yang kita kenal.
- ▷ **Tahapan:**
 - **Gametofit (haploid):** Menghasilkan gamet (sel kelamin) melalui mitosis.
 - **Fertilisasi:** Penyatuan sperma dan sel telur menghasilkan zigot (diploid).
 - **Sporofit (diploid):** Tumbuh di atas gametofit dan menghasilkan spora melalui meiosis.
 - **Spora (haploid):** Tumbuh menjadi gametofit baru.

b. Metagenesis pada Tumbuhan Paku

- ▷ **Definisi:** Tumbuhan paku juga mengalami metagenesis, tetapi fase sporofit lebih dominan dibanding gametofit.
- ▷ **Dominasi Sporofit:** Fase **sporofit** berupa tumbuhan paku yang berdaun dan berdiri sendiri.
- ▷ Tahapan:
 - 1) **Sporofit (diploid):** Menghasilkan spora melalui meiosis di sporangium (di bawah daun paku).
 - 2) **Spora (haploid):** Berkecambah menjadi protalus (fase gametofit).
 - 3) **Gametofit (haploid):** Protalus menghasilkan gamet jantan (anteridium) dan gamet betina (arkegonium).
 - 4) **Fertilisasi:** Sperma berenang menuju sel telur, membentuk zigot (diploid), yang berkembang menjadi sporofit baru.
- ▷ Perbedaan Utama:
 - Pada lumut, **gametofit dominan**, sedangkan pada paku, **sporofit dominan**.
 - Keduanya menunjukkan siklus hidup yang melibatkan pergiliran generasi antara fase haploid (gametofit) dan diploid (sporofit).

Tabel Perbedaan Reproduksi Vegetatif dan Reproduksi Generatif Tumbuhan

Aspek	Reproduksi Vegetatif	Reproduksi Generatif
Definisi	Perkembangbiakan tanpa melibatkan proses pembuahan.	Perkembangbiakan melalui penyatuan gamet jantan dan gamet betina.
Cara Terjadi	Melibatkan bagian tubuh tumbuhan seperti akar, batang, atau daun.	Melibatkan proses penyerbukan dan pembuahan.
Contoh Mekanisme	- Rimpang (jahe) - Umbi (kentang) - Cangkok	Penyerbukan oleh angin, hewan, atau manusia. Pembuahan di bakal biji.
Hasil Akhir	Tanaman baru identik secara genetik dengan induknya (klon).	Tanaman baru dengan kombinasi genetik dari kedua induknya.
Keuntungan	Cepat dan tidak memerlukan gamet atau pasangan reproduksi.	Meningkatkan keragaman genetik yang penting untuk adaptasi.
Kelemahan	Tidak menghasilkan keragaman genetik, rentan terhadap penyakit.	Memerlukan waktu lebih lama dan kondisi tertentu untuk berhasil.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari dalam tumbuhan (internal) maupun dari lingkungan (eksternal). Berikut adalah penjelasan faktor-faktor tersebut:

a. Gen

- ▷ Definisi: Gen adalah faktor bawaan yang diwariskan dari induk ke keturunannya.
- ▷ Pengaruh: Gen menentukan sifat-sifat tumbuhan, seperti tinggi tanaman, bentuk daun, warna bunga, dan kemampuan tumbuhan untuk beradaptasi.
- ▷ Contoh: Tumbuhan tertentu memiliki gen yang memungkinkan mereka tahan terhadap kekeringan atau penyakit.

b. Hormon

- ▷ Definisi: Hormon adalah senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk mengatur pertumbuhan dan perkembangan.
- ▷ Jenis Hormon Utama:
 - 1) Auksin: Merangsang pemanjangan sel, terutama pada ujung batang.
 - 2) Giberelin: Memacu pertumbuhan tinggi, pembentukan bunga, dan perkecambahan.
 - 3) Sitokinin: Merangsang pembelahan sel dan memperlambat penuaan daun.
 - 4) Asam Absisat: Menghambat pertumbuhan dan membantu tumbuhan bertahan dalam kondisi stres seperti kekeringan.
 - 5) Etilena: Mengatur pematangan buah dan gugurnya daun.

c. Air dan Mineral

- ▷ Air:
 - Diperlukan untuk proses fotosintesis, transportasi nutrisi, dan menjaga turgor sel.
 - Kekurangan air dapat menyebabkan layu dan pertumbuhan yang terhambat.
- ▷ Mineral:
 - Mineral seperti nitrogen, fosfor, dan kalium sangat penting untuk pertumbuhan.
 - Contoh: Nitrogen membantu pembentukan daun, fosfor untuk akar, dan kalium untuk ketahanan terhadap penyakit.

d. Suhu

- ▷ Definisi: Suhu adalah faktor eksternal yang sangat memengaruhi aktivitas metabolisme tumbuhan.
- ▷ Pengaruh:
 - Suhu optimal diperlukan untuk enzim bekerja dengan baik.
 - Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan merusak tumbuhan.
- ▷ Contoh: Tumbuhan tropis tumbuh baik pada suhu hangat, sedangkan tumbuhan daerah dingin memerlukan suhu rendah untuk berbunga.

e. Kelembapan

- ▷ Definisi: Kelembapan adalah kadar uap air di udara yang memengaruhi kemampuan tumbuhan menyerap air.
- ▷ Pengaruh:
 - Kelembapan tinggi mempermudah tumbuhan menyerap air dan mengurangi penguapan.
 - Kelembapan rendah dapat meningkatkan penguapan sehingga tumbuhan lebih cepat kehilangan air.
- ▷ Contoh: Tumbuhan seperti kaktus dapat bertahan di lingkungan dengan kelembapan rendah karena memiliki adaptasi khusus.

f. Cahaya

- ▷ Definisi: Cahaya matahari adalah sumber energi utama untuk proses fotosintesis.
- ▷ Pengaruh:
 - Cahaya memengaruhi proses fotosintesis, pertumbuhan, dan pembentukan klorofil.
 - Intensitas, durasi, dan kualitas cahaya memengaruhi pertumbuhan tanaman.
- ▷ Contoh: Tumbuhan yang mendapatkan cukup cahaya cenderung memiliki daun hijau gelap, sedangkan yang kekurangan cahaya menjadi pucat dan tumbuh memanjang (etiolasi).

Contoh Soal

Dalam metagenesis tumbuhan lumut, fase yang lebih dominan dan terlihat sebagai tumbuhan hijau adalah...

Jawaban Benar: Gametofit (haploid)

Penjelasan:

Pada tumbuhan lumut, fase gametofit lebih dominan dibandingkan sporofit. Fase gametofit berupa tumbuhan hijau yang menghasilkan gamet melalui mitosis. Setelah fertilisasi, terbentuk zigot yang berkembang menjadi sporofit, tetapi sporofit ini menempel pada gametofit dan ukurannya lebih kecil.



Fakta Menarik

Penyerbuk Bunga Paling Aneh = Kelelawar & Tikus!

Selain angin, air, dan serangga, beberapa bunga malam (contoh: durian) diserbuki oleh kelelawar, bahkan ada yang diserbuki oleh tikus yang mencari nektar.



Kelelawar dan tikus melakukan penyerbukan bunga malam – <https://doi.org/10.1080/17429145.2021.2015466>

Kegiatan Kelompok

Reproduksi pada Tumbuhan

Tujuan: Memahami dan membandingkan reproduksi vegetatif dan generatif pada tumbuhan melalui contoh nyata, serta menganalisis kelebihan dan kekurangannya.

Langkah Kegiatan:

- 1) Siswa dibagi menjadi 4–5 kelompok.
- 2) Setiap kelompok mendapat satu topik utama:
 - ▷ Kelompok 1: Reproduksi vegetatif alami
 - ▷ Kelompok 2: Reproduksi vegetatif buatan
 - ▷ Kelompok 3: Reproduksi generatif (proses penyerbukan & pembuahan)
 - ▷ Kelompok 4: Perkecambahan biji (epigeal & hipogeal)
 - ▷ Kelompok 5 (opsional): Metagenesis pada lumut & paku
- 3) Eksplorasi & Observasi
 - ▷ Guru menyediakan contoh nyata (buah, biji, umbi, bawang merah, jahe, batang singkong, bunga jagung, dll) atau gambar/video.
 - ▷ Siswa mengamati ciri-ciri dan proses reproduksi dari contoh yang diberikan.
 - ▷ Catat: Bagian tumbuhan yang digunakan, cara reproduksinya, contoh tumbuhan lain yang sama.
- 4) Diskusi Kelompok
 - ▷ Diskusikan hasil pengamatan.
 - Buat mind map atau tabel perbandingan: definisi, cara terjadi, contoh tumbuhan, kelebihan, dan kekurangan.
 - Kelompok yang membahas generatif juga menjelaskan mekanisme pembuahan ganda dan fungsinya.
 - ▷ Presentasi
 - Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas (5–7 menit per kelompok).
 - Kelompok lain boleh mengajukan pertanyaan.
 - ▷ Refleksi Bersama
 - Mengapa reproduksi generatif menghasilkan keragaman genetik, sedangkan vegetatif tidak?
 - Dalam situasi apa manusia lebih memilih vegetatif buatan (cangkok, stek, okulasi) dibandingkan menanam dari biji?
 - Siswa menuliskan kesimpulan di LKS / jurnal refleksi.



3. Reproduksi pada Hewan

Hewan memiliki berbagai cara untuk berkembang biak, tergantung pada jenis dan lingkungannya. Sistem reproduksi hewan dibedakan menjadi dua jenis utama: reproduksi vegetatif (aseksual) dan reproduksi generatif (seksual).

Reproduksi Vegetatif (Aseksual) pada Hewan

Reproduksi aseksual adalah proses reproduksi tanpa melibatkan peleburan sel kelamin (gamet). Proses ini menghasilkan keturunan yang identik secara genetik dengan induknya. Contoh metode reproduksi aseksual pada hewan:

- a. Pembelahan Biner: Hewan bersel satu seperti ameba membelah diri menjadi dua individu baru.
- b. Fragmentasi: Hewan seperti cacing pipih dapat memotong tubuhnya, dan setiap potongan tumbuh menjadi individu baru.
- c. Budding (Pertunasan): Hewan seperti hydra membentuk tunas pada tubuhnya, yang tumbuh menjadi individu baru dan terlepas dari induknya.

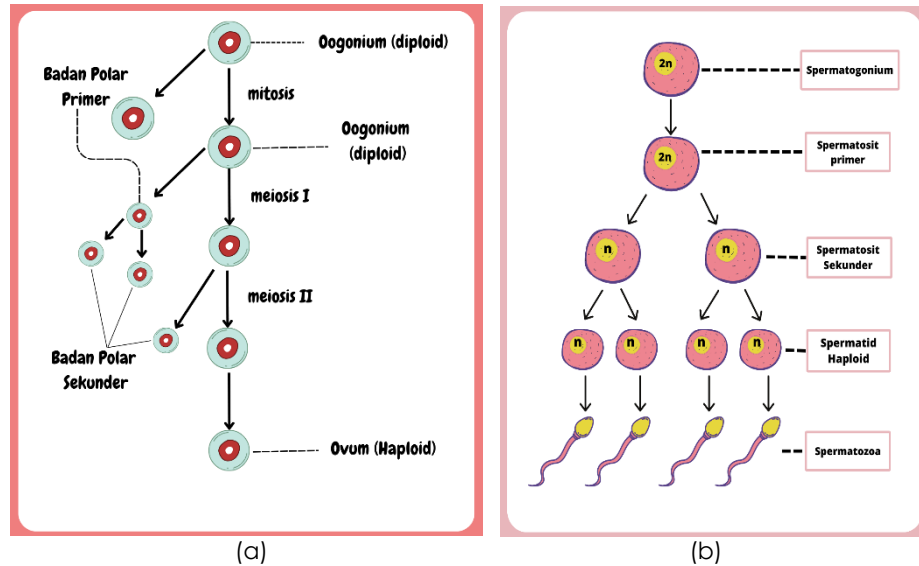
Reproduksi aseksual biasanya terjadi pada hewan sederhana atau yang hidup di lingkungan stabil.

Reproduksi Generatif pada Hewan

Reproduksi generatif pada hewan melibatkan perpaduan sel kelamin jantan (sperma) dan sel kelamin betina (ovum) untuk menghasilkan keturunan. Proses ini diawali dengan pembentukan gamet (sel kelamin) dan diakhiri dengan pembuahan.

a. Pembentukan Sel Kelamin Jantan dan Betina

- ▷ Sel Kelamin Jantan (Sperma):
 - Dibentuk di testis melalui proses spermatogenesis.
 - Proses ini menghasilkan sel sperma haploid yang membawa setengah jumlah kromosom dari induknya.
 - Sperma memiliki kepala (mengandung DNA), leher (mengandung mitokondria), dan ekor (flagel) untuk bergerak menuju sel telur.
- ▷ Sel Kelamin Betina (Ovum):
 - Dibentuk di ovarium melalui proses oogenesis.
 - Oogenesis menghasilkan ovum haploid dan tubuh kutub (polar bodies) yang tidak aktif.
 - Sel telur memiliki cadangan nutrisi untuk mendukung perkembangan awal zigot setelah pembuahan.



Pembentukan sel kelamin hewan: a. Oogenesis b. Spermatogenesis

b. Pembuahan pada Hewan

Pembuahan adalah proses penyatuan sperma dan ovum yang menghasilkan zigot. Berdasarkan lokasi pembuahan, hewan dibedakan menjadi:

▷ Pembuahan Eksternal:

- Terjadi di luar tubuh induk betina, umumnya pada hewan air seperti ikan dan katak.
- Sperma dan telur dilepaskan ke air untuk bertemu.

▷ Pembuahan Internal:

- Terjadi di dalam tubuh induk betina, umum pada hewan darat seperti burung, reptil, dan mamalia.
- Sperma dimasukkan ke dalam tubuh betina melalui alat kelamin jantan.

Setelah pembuahan, zigot berkembang menjadi embrio, yang menjadi tahap awal dari kehidupan baru.

Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan

a. Pertumbuhan pada Hewan

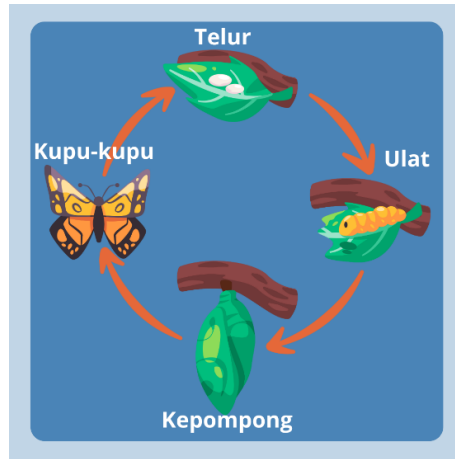
- ▷ Definisi: Pertumbuhan adalah proses bertambahnya ukuran tubuh yang bersifat permanen, seperti tinggi, berat, atau volume.
- ▷ Proses:
 - Dimulai dari pembelahan sel zigot.
 - Zigot berkembang menjadi embrio, kemudian janin, hingga individu dewasa.
- ▷ Contoh: Pertumbuhan tulang pada mamalia yang menyebabkan tubuh memanjang.

b. Perkembangan pada Hewan

- ▷ Definisi: Perkembangan adalah proses menuju kedewasaan, ditandai dengan pematangan organ reproduksi dan fungsi lainnya.

▷ Tahapan Utama:

- Embrio: Zigot berkembang menjadi embrio dengan organ-organ dasar.
- Metamorfosis (pada beberapa hewan): Metamorfosis sempurna adalah perubahan bentuk hewan yang melalui tahap larva, pupa, hingga dewasa (contohnya kupu-kupu), sedangkan metamorfosis tidak sempurna hanya melalui tahap nimfa hingga menjadi dewasa (contohnya belalang).
- Dewasa: Organisme siap untuk bereproduksi.



Contoh Metamorfosis Sempurna Kupu-kupu – Canva.com

Contoh Soal

Reproduksi aseksual pada hewan menghasilkan keturunan yang identik dengan induknya karena tidak melibatkan peleburan sel kelamin. Salah satu contoh hewan yang berkembang biak dengan cara budding (pertunasan) adalah...

Jawaban Benar: Hydra

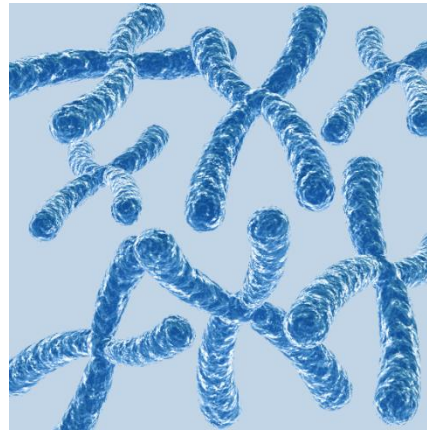
Penjelasan:

Reproduksi aseksual adalah proses perkembangbiakan tanpa peleburan gamet, sehingga keturunannya bersifat identik dengan induknya. Pada hewan, ada beberapa cara reproduksi aseksual, seperti pembelahan biner (contoh: ameba), fragmentasi (contoh: cacing pipih), dan budding atau pertunasan (contoh: hydra). Pada budding, tunas tumbuh di tubuh induk lalu berkembang menjadi individu baru yang dapat terpisah dari induknya.



4. Reproduksi pada Hewan

Kromosom dan pembelahan sel adalah bagian penting dalam proses reproduksi dan pewarisan sifat pada makhluk hidup. Kromosom membawa informasi genetik, sedangkan pembelahan sel memungkinkan pertumbuhan, perbaikan jaringan, dan reproduksi.



Struktur Kromosom-Canva.com

Apa itu Kromosom?

Kromosom adalah struktur berbentuk seperti benang yang terdapat di dalam inti sel. Kromosom terdiri dari DNA dan protein yang membawa informasi genetik yang menentukan sifat-sifat makhluk hidup. Setiap sel manusia memiliki 46 kromosom yang terdiri dari 23 pasang. Dari jumlah tersebut, 22 pasang adalah kromosom tubuh (autosom), sedangkan satu pasang lainnya adalah kromosom seks (XX untuk wanita dan XY untuk pria). Bagian dari kromosom yang membawa kode untuk membentuk protein tertentu ialah gen, yang dapat menentukan karakteristik spesifik seperti warna mata, tinggi badan, dan lainnya.

Tabel Jumlah Kromosom pada Beberapa Organisme

No.	Organisme	Jumlah Kromosom (Diploid)
1	Manusia (<i>Homo sapiens</i>)	46 (23 pasang)
2	Anjing (<i>Canis lupus familiaris</i>)	78 (39 pasang)
3	Kucing (<i>Felis catus</i>)	38 (19 pasang)
4	Tikus (<i>Mus musculus</i>)	40 (20 pasang)
5	Ayam (<i>Gallus gallus</i>)	78 (39 pasang)
6	Jagung (<i>Zea mays</i>)	20 (10 pasang)
7	Kedelai (<i>Glycine max</i>)	40 (20 pasang)
8	Lalat Buah (<i>Drosophila melanogaster</i>)	8 (4 pasang)
9	Pisang (<i>Musa spp.</i>)	22 (11 pasang)
10	Ikan Mas (<i>Carassius auratus</i>)	100–104 (50–52 pasang)

Jenis Pembelahan Sel

Pembelahan sel adalah proses di mana sel membelah untuk menghasilkan sel baru. Ada dua jenis utama pembelahan sel, yaitu mitosis dan meiosis.

a. Mitosis

Mitosis adalah proses pembelahan sel yang menghasilkan dua sel anak identik dengan sel induknya. Proses ini berperan penting dalam pertumbuhan tubuh dan perbaikan jaringan yang rusak. Tahapan mitosis meliputi profase, ketika kromosom mulai terlihat jelas; metafase, saat kromosom berbaris di tengah sel; anafase, ketika kromosom ditarik ke kutub yang berlawanan; telofase, ketika membran inti terbentuk kembali di sekitar dua kelompok kromosom; dan sitokinesis, yaitu tahap pembagian sitoplasma yang menghasilkan dua sel anak.

b. Meiosis

Meiosis adalah proses pembelahan sel yang terjadi pada sel kelamin (gamet) untuk menghasilkan sel dengan setengah jumlah kromosom. Proses ini penting dalam pembentukan sel sperma dan sel telur serta menjaga jumlah kromosom tetap konstan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Meiosis berlangsung dalam dua tahap utama, yaitu Meiosis I yang memisahkan pasangan kromosom homolog sehingga terbentuk dua sel dengan setengah jumlah kromosom dari induknya, dan Meiosis II yang memisahkan kromatid sehingga dihasilkan empat sel gamet dengan jumlah kromosom setengah dari sel induk awal.

Peran Kromosom dalam Pewarisan Sifat

Kromosom berperan penting dalam pewarisan sifat karena mengandung DNA, yang menyimpan informasi genetik makhluk hidup. Setiap kromosom terdiri dari gen-gen yang menjadi "kode" untuk berbagai ciri, seperti warna rambut, tinggi badan, dan bentuk wajah. Saat reproduksi, kromosom dari sel kelamin jantan (sperma) dan betina (sel telur) bergabung, sehingga keturunan mewarisi setengah kromosom dari masing-masing orang tua. Proses ini menghasilkan kombinasi genetik unik yang membuat setiap individu berbeda. Kromosom juga memastikan informasi genetik tersimpan dengan rapi dan diteruskan dengan tepat dari satu generasi ke generasi berikutnya.

Gangguan pada Kromosom dan Pembelahan Sel

Beberapa gangguan yang berkaitan dengan kromosom dan pembelahan sel antara lain:

- a. Sindrom Down: Disebabkan oleh adanya salinan ekstra pada kromosom 21.
- b. Kanker: Pertumbuhan sel yang tidak terkendali akibat kerusakan gen dalam kromosom.

Contoh Soal

Salah satu penyebab hilangnya keanekaragaman hayati adalah perusakan habitat. Bagaimana perusakan habitat dapat menyebabkan kepunahan spesies?

- A. Mengurangi kualitas udara di ekosistem
- B. Menurunkan kemampuan spesies untuk berkembang biak
- C. Meningkatkan populasi predator alami
- D. Menambah jumlah spesies yang mendukung ekosistem
- E. Meningkatkan interaksi antar spesies yang tidak alami

Jawaban Benar: B. Menurunkan kemampuan spesies untuk berkembang biak

Penjelasan:

Perusakan habitat, seperti deforestasi atau konversi lahan untuk pertanian, mengurangi ruang hidup spesies dan mengganggu proses reproduksi mereka. Tanpa habitat yang sesuai, spesies tidak dapat berkembang biak atau bertahan hidup, yang akhirnya menyebabkan penurunan populasi dan bahkan kepunahan.



Rangkuman

1) Sistem Reproduksi Manusia

Sistem reproduksi manusia memungkinkan berkembang biaknya manusia untuk menjaga keberlangsungan spesies. Pada pria, organ reproduksi berfungsi memproduksi, menyimpan, dan mengantarkan sperma. Organ ini terdiri atas organ eksternal seperti penis dan skrotum, serta organ internal seperti testis, epididimis, vas deferens, kelenjar prostat, vesikula seminalis, kelenjar Cowper, dan uretra. Sperma yang dihasilkan melalui spermatogenesis membawa informasi genetik dan berperan penting dalam proses fertilisasi. Sperma memiliki struktur khusus berupa kepala yang mengandung DNA, leher dengan mitokondria sebagai sumber energi, serta ekor untuk bergerak. Spermatogenesis berlangsung di testis selama 64–72 hari dengan bantuan hormon testosteron, FSH, dan LH. Cairan semen yang membawa sperma berasal dari beberapa kelenjar dan berfungsi memberi nutrisi, melindungi, serta memudahkan pergerakan sperma. Sperma sehat ditandai dengan jumlah, bentuk, dan pergerakan yang baik sehingga dapat membuahi sel telur.

Pada wanita, sistem reproduksi berfungsi menghasilkan sel telur, menyediakan lingkungan untuk fertilisasi, dan mendukung perkembangan embrio. Organ internal meliputi ovarium, tuba falopi, rahim, serviks, dan vagina, sedangkan organ eksternal terdiri atas labia majora, labia minora, dan klitoris. Fertilisasi biasanya terjadi di tuba falopi ketika sperma berhasil menembus sel telur, membentuk zigot yang membawa kombinasi genetik dari ayah dan ibu. Zigot kemudian berkembang menjadi embrio dan janin melalui tahapan trimester, hingga siap lahir sekitar usia kehamilan 40 minggu. Pertumbuhan manusia berlangsung sejak tahap embrio hingga lansia, dengan masa pubertas sebagai masa perubahan fisik signifikan akibat aktivitas hormon reproduksi.

Siklus haid pada wanita berlangsung sekitar 28 hari dan terdiri dari fase menstruasi, folikular, ovulasi, dan luteal. Pada pria, ejakulasi terjadi melalui dua tahap yaitu emisi (pencampuran sperma dengan cairan semen) dan ejakulasi (keluarnya semen dari penis). Sistem reproduksi manusia juga rentan terhadap gangguan seperti varikokel, prostatitis, endometriosis, PCOS, serta penyakit menular seksual. Oleh karena itu, menjaga kesehatan organ reproduksi penting melalui pola hidup sehat, kebersihan, pemeriksaan rutin, dan hubungan seksual aman.

2) Reproduksi pada Tumbuhan

Tumbuhan berkembang biak melalui reproduksi vegetatif dan generatif. Reproduksi vegetatif terjadi tanpa pembuahan dan memanfaatkan bagian tubuh tumbuhan. Vegetatif alami meliputi rhizoma (jahe, kunyit), stolon (stroberi), umbi (kentang, bawang merah), dan tunas (pisang, bambu). Vegetatif buatan dilakukan manusia dengan cara cangkok, stek, okulasi, dan runduk. Reproduksi generatif terjadi pada tumbuhan berbiji melalui pembentukan gamet jantan (serbuk sari) dan betina (ovulum), penyerbukan, serta pembuahan ganda. Penyerbukan dapat dibantu angin, hewan, air, atau terjadi sendiri. Setelah pembuahan, biji berkembang menjadi embrio dengan radikula (calon akar), plumula (calon tunas), dan kotiledon. Perkecambahan bisa epigeal (kotiledon terangkat) atau hipogeal (tetap di dalam tanah), yang dipengaruhi faktor air, oksigen, dan suhu.

Tumbuhan lumut dan paku mengalami metagenesis, yaitu pergiliran generasi antara gametofit haploid dan sporofit diploid. Pada lumut, gametofit lebih dominan, sedangkan pada paku sporofit lebih menonjol. Perbedaan reproduksi vegetatif dan generatif terletak pada kecepatan, keragaman genetik, serta keuntungan dan kelemahannya. Selain itu, pertumbuhan tumbuhan dipengaruhi faktor internal (gen dan hormon seperti auksin, giberelin, sitokinin, ABA, dan etilena) serta faktor eksternal (air, mineral, suhu, kelembapan, dan cahaya). Dengan memahami hal ini, manusia dapat mengatur cara perbanyakan tanaman, baik secara vegetatif buatan maupun generatif, sesuai kebutuhan.

3) Reproduksi pada Hewan

Hewan bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual terjadi tanpa peleburan gamet sehingga menghasilkan keturunan identik dengan induknya. Contohnya adalah pembelahan biner pada ameba, fragmentasi pada cacing pipih, dan budding pada hydra. Sementara itu, reproduksi seksual melibatkan peleburan sel sperma dan ovum melalui pembuahan. Sperma terbentuk di testis melalui spermatogenesis, sedangkan ovum terbentuk di ovarium melalui oogenesis. Pembuahan dapat terjadi secara eksternal (misalnya pada ikan dan katak) maupun internal (misalnya pada burung, reptil, dan mamalia).

Setelah pembuahan, zigot berkembang menjadi embrio lalu individu dewasa. Hewan juga mengalami pertumbuhan (penambahan ukuran permanen) dan perkembangan (pematangan fungsi organ). Beberapa hewan melewati metamorfosis, baik sempurna (telur-larva-pupa-dewasa, misalnya kupu-kupu) maupun tidak sempurna (telur-nimfa-dewasa, misalnya belalang). Dengan variasi strategi reproduksi ini, hewan mampu beradaptasi dengan lingkungannya untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

4) Kromosom dan Pembelahan Sel

Kromosom adalah struktur di dalam inti sel yang tersusun atas DNA dan protein, berfungsi membawa informasi genetik. Manusia memiliki 46 kromosom (23 pasang), terdiri atas 22 pasang autosom dan 1 pasang kromosom seks (XX untuk wanita dan XY untuk pria). Jumlah kromosom berbeda pada tiap organisme, misalnya anjing 78, kucing 38, ayam 78, jagung 20, dan lalat buah 8. Gen pada kromosom menjadi kode untuk sifat-sifat makhluk hidup, seperti warna mata atau tinggi badan.

Pembelahan sel terbagi menjadi mitosis dan meiosis. Mitosis menghasilkan dua sel anak identik dengan sel induk, berperan penting dalam pertumbuhan dan perbaikan jaringan. Proses ini melalui tahap profase, metafase, anafase, telofase, dan sitokinesis. Meiosis terjadi pada sel kelamin untuk menghasilkan gamet dengan setengah jumlah kromosom, menjaga agar jumlah kromosom tetap konstan antar generasi. Meiosis berlangsung dua tahap (Meiosis I dan Meiosis II) dan menghasilkan empat sel anak haploid yang berbeda secara genetik. Proses pembelahan sel inilah yang menjadi dasar pewarisan sifat dan keberagaman pada makhluk hidup.

Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan reproduksi vegetatif pada tumbuhan?
 - A. Perkembangbiakan tumbuhan melalui proses pembuahan
 - B. Perkembangbiakan tanpa melibatkan sel kelamin, hanya menggunakan bagian tubuh tumbuhan
 - C. Perkembangbiakan dengan penyatuan serbuk sari dan sel telur
 - D. Perkembangbiakan yang hanya terjadi pada tumbuhan berbunga
 - E. Perkembangbiakan dengan bantuan hewan penyerbuk
2. Contoh tumbuhan yang berkembang biak dengan cara rhizoma adalah ...
 - A. Pisang dan bambu
 - B. Jahe dan kunyit
 - C. Stroberi dan arbei
 - D. Kentang dan bawang merah
 - E. Mangga dan singkong
3. Proses penyerbukan yang terjadi dengan bantuan angin disebut ...
 - A. Zoidiogami
 - B. Hidrogami
 - C. Anemogami
 - D. Autogami
 - E. Okulasi
4. Pada reproduksi generatif tumbuhan berbiji, pembuahan ganda menghasilkan ...
 - A. Embrio dan kotiledon
 - B. Zigot dan endosperma
 - C. Radikula dan plumula
 - D. Ovulum dan serbuk sari
 - E. Biji dan bunga
5. Bagian biji yang berfungsi sebagai cadangan makanan untuk pertumbuhan embrio adalah ...
 - A. Plumula
 - B. Radikula
 - C. Kotiledon
 - D. Endosperma
 - E. Testa
6. Perkecambahan pada kacang hijau termasuk tipe ...
 - A. Hipogeal, karena kotiledon tetap berada di tanah
 - B. Epigeal, karena kotiledon terangkat ke atas tanah

- C. Generatif, karena melibatkan pembuahan
 - D. Vegetatif alami, karena berasal dari batang
 - E. Stek, karena berasal dari pemotongan batang
7. Teknik reproduksi vegetatif buatan yang dilakukan dengan cara menempelkan batang atas ke batang bawah dari tumbuhan lain disebut ...
- A. Cangkok
 - B. Stek
 - C. Runduk
 - D. Okulasi
 - E. Stolon

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 1

Referensi

- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2020). *Biology*. Pearson Education.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2018). *Human Anatomy & Physiology*. Pearson.
- Martini, F. H., Nath, J. L., & Bartholomew, E. F. (2018). *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. Pearson.
- Kurikulum Merdeka. (2022). *Panduan Pembelajaran IPA SMP*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., & Larson, A. (2008). *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill Education.
- Starr, C., & Taggart, R. (2006). *Biology: The Unity and Diversity of Life*. Thomson Brooks/Cole.
- Website resmi National Geographic tentang reproduksi hewan: www.nationalgeographic.com.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2005). *Biology*. Pearson Education.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2005). *Biology*. Pearson Education.
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (2004). *Life: The Science of Biology*. Sinauer Associates.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*. Garland Science.
- Website resmi WHO tentang kesehatan reproduksi dan genetika: www.who.int.

BAB 2:

PEWARISAN SIFAT

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, Kreatif, dan Mandiri

Kata Kunci: Gen, Alel, Genotipe, Fenotipe, Dominan, Resesif, Mendel, Monohibrid, Dihibrid, Hukum Segregasi, Hukum Perpaduan Bebas, Punnett, Homozigot, Heterozigot, Persilangan, Pewarisan sifat, Rekayasa genetika, Pemuliaan tanaman, Terapi gen, Penyakit genetik

Tujuan Pembelajaran: Mengungkap Rahasia Pewarisan Sifat

1. Menganalisis Genetika Mendel

- ▷ Memahami prinsip dasar genetika yang ditemukan oleh Gregor Mendel.
- ▷ Menjelaskan perbedaan sifat dominan dan resesif dalam pewarisan sifat.

2. Memahami Persilangan Monohibrid dan Hukum Segregasi

- ▷ Menjelaskan konsep persilangan monohibrid sebagai dasar pewarisan sifat.
- ▷ Menggunakan diagram Punnett untuk memprediksi hasil persilangan monohibrid.

3. Menerapkan Konsep Uji Persilangan

- ▷ Memahami tujuan uji persilangan untuk menentukan genotipe individu.

▷ Mengidentifikasi genotipe homozigot dan heterozigot menggunakan uji persilangan.

4. Menganalisis Persilangan Dihibrida dan Hukum Perpaduan Bebas

▷ Menjelaskan konsep persilangan dihibrida dengan dua sifat berbeda.

▷ Menguraikan prinsip Hukum Perpaduan Bebas Mendel dalam kombinasi genetik.

5. Menjelaskan Penerapan Genetika

▷ Mengidentifikasi penerapan genetika dalam kehidupan sehari-hari, seperti pemuliaan tanaman dan rekayasa genetika.

▷ Menjelaskan dampak genetika dalam bidang kesehatan, seperti diagnosis penyakit genetik.



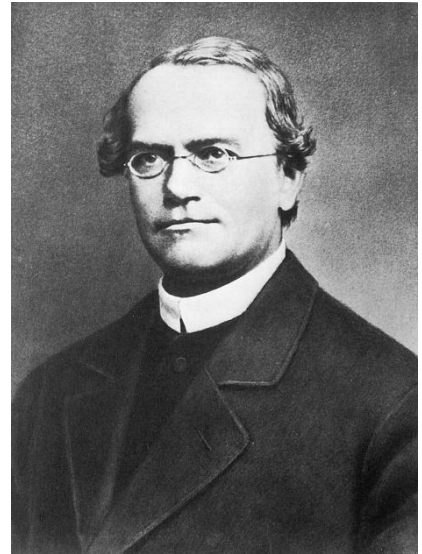
F I T R I



1. Mengapa Kita Mirip Orang Tua?

Di dalam tubuh kita, terdapat unit terkecil bernama sel, yang di dalamnya terdapat kromosom. Kromosom membawa gen, yaitu "kode rahasia" yang menentukan sifat-sifat fisik kita, seperti warna rambut, bentuk wajah, atau tinggi badan. Gen ini diwariskan dari orang tua ke anak. Pola pewarisan sifat ini pertama kali dijelaskan oleh Gregor Mendel, seorang biarawan sekaligus ilmuwan yang dikenal sebagai "Bapak Genetika Modern."

Mendel mempelajari pewarisan sifat dengan menggunakan tanaman kacang polong (*Pisum sativum*). Ia memilih tanaman ini karena memiliki sifat-sifat yang jelas, mudah diamati, dan tidak terlalu dipengaruhi oleh lingkungan. Mendel mengamati tujuh sifat utama pada kacang polong, masing-masing dengan dua variasi: bentuk biji (bulat atau keriput), warna biji (kuning atau hijau), bentuk polong (licin atau berkerut), warna polong (hijau atau kuning), warna bunga (ungu atau putih), posisi bunga (aksial di sepanjang batang atau terminal di ujung batang), dan tinggi tanaman (tinggi atau pendek).



Gregor Mendel – Wikipedia.org

Mendel memulai eksperimennya dengan menemukan galur murni, yaitu tanaman yang sifat-sifatnya tetap sama setelah beberapa generasi. Langkah-langkahnya adalah: pertama, ia memilih tanaman dengan sifat tertentu, misalnya berbiji kuning. Tanaman ini dibiarkan melakukan penyerbukan sendiri selama beberapa generasi. Jika semua keturunannya menunjukkan sifat yang sama, tanaman tersebut dianggap sebagai galur murni. Mendel melakukan langkah ini untuk setiap sifat yang diamati, seperti warna biji atau bentuk biji. Galur murni ini kemudian digunakan untuk eksperimen persilangan.

Dalam eksperimen persilangannya, Mendel menyilangkan tanaman dari dua galur murni dengan sifat yang berbeda, misalnya tanaman berbiji kuning dengan tanaman berbiji hijau. Hasil persilangan ini disebut Generasi F1, di mana semua tanaman menunjukkan sifat dominan (contohnya, semua biji berwarna kuning). Mendel kemudian menyilangkan tanaman F1 dengan sesamanya, menghasilkan Generasi F2. Di sinilah sifat resesif muncul kembali dengan pola 3:1, yaitu 75% sifat dominan dan 25% sifat resesif.

Dari eksperimen ini, Mendel menemukan dua hukum penting genetika. Hukum Segregasi menyatakan bahwa setiap individu memiliki dua gen untuk setiap sifat, satu diwariskan dari ayah dan satu dari ibu, dan gen ini terpisah saat pembentukan sel kelamin. Hukum Dominan dan Resesif menyatakan bahwa gen dominan akan menutupi gen resesif dalam penampilan fisik.

Penemuan Mendel memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana sifat diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Penelitian ini menjadi dasar ilmu genetika modern yang kini digunakan dalam banyak bidang, seperti kedokteran untuk memahami penyakit genetik, dan pertanian untuk menghasilkan tanaman unggul. Berdasarkan percobaan penelitian Mendel tentang pewarisan sifat dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Setiap sifat diwariskan melalui "faktor" genetik:

Sifat yang diturunkan dari induk kepada keturunan dikendalikan oleh pasangan faktor yang kini disebut **gen**.

b. Setiap individu memiliki dua gen untuk setiap sifat:

Satu gen berasal dari ayah, dan satu lagi dari ibu. Gen-gen ini menentukan sifat tertentu pada keturunan.

c. Hukum Segregasi (Hukum Mendel Pertama):

Pasangan gen yang dimiliki individu akan terpisah saat pembentukan sel kelamin (gamet). Setiap gamet hanya membawa satu gen dari pasangan tersebut.

d. Gen dominan dan gen resesif:

Dalam pasangan gen, gen dominan akan menutupi gen resesif. Misalnya, warna biji kuning (dominan) akan menutupi warna hijau (resesif) jika keduanya ada dalam pasangan gen.

e. Pola pewarisan sifat pada Generasi F2:

Ketika generasi F1 disilangkan, sifat resesif akan muncul kembali pada Generasi F2 dengan rasio **3:1**. Tiga bagian menunjukkan sifat dominan, sedangkan satu bagian menunjukkan sifat resesif.

f. Sifat diwariskan secara independen (Hukum Mendel Kedua, Hukum Perpaduan Bebas):

Jika dua sifat atau lebih diamati secara bersamaan, gen-gen yang mengontrol sifat tersebut diwariskan secara independen (tidak saling memengaruhi), kecuali jika gen-gen tersebut terletak sangat dekat pada kromosom yang sama.

g. Konsep Galur Murni:

Galur murni adalah individu dengan sifat yang selalu sama (homozigot) ketika bereproduksi secara mandiri. Mendel menggunakannya untuk memastikan keakuratan hasil percobaan.

h. Pentingnya eksperimen terkontrol:

Dengan membatasi eksperimennya pada sifat-sifat tertentu dan mencatat hasil dengan teliti, Mendel mampu menemukan pola pewarisan yang konsisten dan universal.

Pada tahun 1903, Wilhelm Johannsen, seorang ahli genetika Denmark, memperkenalkan konsep "lokus" dalam genetika, yaitu posisi spesifik gen pada kromosom. Ia juga memperkenalkan istilah "gen" sebagai unit dasar pewarisan sifat. Menurut Johannsen, setiap gen menempati lokus tetap pada kromosom, dan pada setiap lokus terdapat dua alel yang berasal dari ayah dan ibu yang menentukan sifat individu. Ia menekankan bahwa variasi gen pada lokus tertentu menjadi dasar keragaman sifat dalam populasi. Teori ini memperkuat penemuan Mendel tentang pewarisan sifat dan menjadi dasar bagi pemahaman modern tentang genetika molekuler.

Contoh Soal

Penelitian Mendel memberikan dasar penting bagi ilmu genetika modern. Salah satu kesimpulan dari percobaannya adalah adanya hukum segregasi (Hukum Mendel Pertama). Berdasarkan hukum ini, apa yang terjadi pada pasangan gen saat pembentukan sel kelamin (gamet)?

Jawaban Benar: Pasangan gen akan terpisah, dan setiap gamet hanya membawa satu gen

Penjelasan:

Hukum Segregasi yang ditemukan Mendel menjelaskan bahwa setiap individu memiliki sepasang gen untuk suatu sifat, yang masing-masing berasal dari ayah dan ibu. Saat pembentukan sel kelamin (gamet), pasangan gen tersebut akan berpisah (tersegregasi) sehingga setiap gamet hanya membawa satu gen. Inilah sebabnya sifat-sifat tertentu dapat muncul kembali pada generasi berikutnya, meskipun tidak tampak pada generasi sebelumnya.

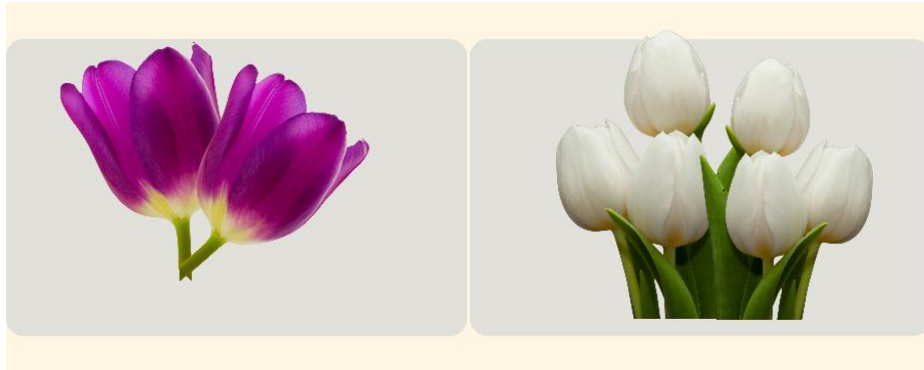


2. Persilangan Sederhana

Pada subbab ini, kita akan mempelajari **persilangan monohibrid**, yaitu persilangan yang melibatkan satu sifat tertentu. Melalui persilangan ini, Mendel menjelaskan **Hukum Segregasi**, atau Hukum Mendel Pertama, yang mengungkap bagaimana gen diwariskan secara terpisah saat pembentukan sel kelamin.

Apa itu Persilangan Monohibrid?

Persilangan monohibrid adalah eksperimen genetik di mana dua individu dengan **galur murni** (homozigot) untuk satu sifat tertentu disilangkan. Contohnya, Mendel menyilangkan tanaman kacang polong dengan biji kuning (galur murni) dengan tanaman berbiji hijau (galur murni).



Bunga tulip yang berbeda warna-Canva.com

a. Tahapan Persilangan Monohibrid Mendel

▷ Generasi P (Parental):

Mendel memulai dengan menyilangkan tanaman kacang polong murni berbiji kuning (YY) dengan tanaman murni berbiji hijau (yy).

▷ Generasi F1 (Filial Pertama):

Semua keturunan F1 menunjukkan sifat dominan, yaitu biji kuning. Genotip dari F1 adalah **Yy**, yang berarti membawa satu gen dominan (kuning) dan satu gen resesif (hijau).

▷ Generasi F2 (Filial Kedua):

Mendel menyilangkan tanaman F1 dengan sesamanya (Yy x Yy). Hasilnya adalah kombinasi genotip dengan perbandingan:

- 1 YY (homozigot dominan, biji kuning).
- 2 Yy (heterozigot, biji kuning).
- 1 yy (homozigot resesif, biji hijau).

Rasio fenotip F2 adalah **3:1**, yaitu tiga bagian biji kuning dan satu bagian biji hijau.

Berikut adalah diagram rasio persilangan dari contoh tanaman kacang polong berbiji kuning (dominan, **Y**) dan hijau (resesif, **y**) yang menghasilkan Generasi F2:

Tabel Rasio Persilangan F2

Diagram Persilangan F1 (Yy x Yy):		
	Y (dari gamet 1)	y (dari gamet 1)
Y (dari gamet 2)	YY (Kuning)	Yy (Kuning)
y (dari gamet 2)	Yy (Kuning)	yy (Hijau)

b. Hasil Genotip:

1. YY (homozigot dominan): 1 bagian (25%).
2. Yy (heterozigot): 2 bagian (50%).
3. yy (homozigot resesif): 1 bagian (25%).

c. Hasil Fenotip:

1. Kuning: 3 bagian (75%).
2. Hijau: 1 bagian (25%).

d. Rasio Fenotip F2:

3:1 → Tiga tanaman berbiji kuning untuk setiap satu tanaman berbiji hijau.

Penjelasan Hukum Segregasi

Hukum Segregasi, yang juga dikenal sebagai Hukum Mendel Pertama, menjelaskan bagaimana gen diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Penelitian Mendel tentang persilangan monohibrid mendukung hukum ini.

a. Hasil persilangan monohibrid Mendel mendukung Hukum Segregasi:

- ▷ Setiap individu memiliki dua alel untuk setiap sifat (satu dari ayah dan satu dari ibu).
- ▷ Kedua alel ini akan terpisah (bersegregasi) secara acak selama pembentukan gamet (sel kelamin), sehingga setiap gamet hanya membawa satu alel.

b. Aplikasi Persilangan Monohibrid

- ▷ Prediksi Pewarisan Sifat:

Contoh dalam manusia adalah warna mata. Jika salah satu orang tua memiliki gen dominan untuk mata cokelat dan yang lain memiliki gen resesif untuk mata biru, anak kemungkinan besar akan memiliki mata cokelat.

- ▷ Pemuliaan Tanaman:

Ilmuwan dapat merancang tanaman dengan sifat unggul, misalnya tanaman padi yang tahan hama atau hasil panen lebih besar.

Contoh Soal

Mendel melakukan persilangan kacang polong murni berbiji kuning (YY) dengan kacang polong murni berbiji hijau (yy). Semua keturunan F1 yang dihasilkan memiliki biji berwarna kuning dengan genotipe Yy. Jika sesama tanaman F1 (Yy × Yy) disilangkan, bagaimana rasio fenotip yang dihasilkan pada generasi F2?

Jawaban Benar: 3 kuning : 1 hijau

Pembahasan:

Persilangan F1 (Yy × Yy) dapat digambarkan dalam kotak Punnett sebagai berikut:

	Y	y
Y	YY (kuning)	Yy (kuning)
y	Yy (kuning)	yy (hijau)

Genotipe F2:

1 YY (25%)

2 Yy (50%)

1 yy (25%)

Fenotipe F2:

3 kuning (YY + Yy)

1 hijau (yy)

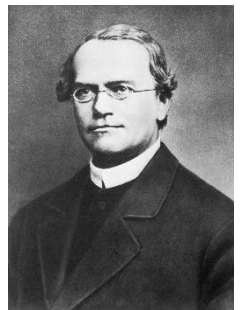
Sehingga rasio fenotip F2 adalah **3:1**.



Fakta Menarik

Sains yang Sempat Tertidur

Fakta mengejutkan: Penelitian Mendel tidak diakui selama ±35 tahun! Baru di awal abad ke-20, ilmuwan lain menemukan kembali hasil eksperimennya. Sejak itu, Mendel dijuluki "Bapak Genetika".



Gregor Mendel –
Wikipedia.org

Kegiatan Kelompok

Persilangan Monohibrid (Hukum Segregasi)

Tujuan : Membuktikan Hukum Segregasi melalui simulasi persilangan sederhana

Langkah Kegiatan:

- 1) Bentuk kelompok beranggotakan 4–5 peserta didik.
- 2) Siapkan dua keping koin atau kartu kecil.
 - ▷ Koin/kartu pertama ditandai dengan **Y** (alel dominan, kuning) pada satu sisi dan **y** (alel resesif, hijau) pada sisi lainnya.
 - ▷ Koin/kartu kedua juga diberi tanda **Y** dan **y**.
- 3) Lemparkan kedua koin secara bersamaan untuk mensimulasikan persilangan **Yy × Yy**.
- 4) Catat kombinasi alel yang muncul setiap kali koin dilempar. Lakukan pelemparan sebanyak **100 kali**.
- 5) Kelompokkan hasil kombinasi sesuai genotip (YY, Yy, yy), lalu hitung jumlah masing-masing.
- 6) Bandingkan hasilnya dengan rasio teoritis 1 : 2 : 1 untuk genotip, dan 3 : 1 untuk fenotip.

Tabel Pengamatan

No	Genotipe (kombinasi koin)	Hasil Percobaan (turus)	Jumlah	Fenotipe (warna biji)
1	YY			Kuning
2	Yy			Kuning
3	yy			Hijau
Total				

Pertanyaan Diskusi

- 1) Apakah hasil percobaan kalian mendekati rasio teoritis (1 : 2 : 1 untuk genotip, 3 : 1 untuk fenotip)?
- 2) Mengapa jumlah setiap genotip tidak selalu sama persis dengan rasio teoritis?
- 3) Bagaimana hasil ini membuktikan bahwa setiap gamet hanya membawa satu alel dari pasangan gen (sesuai Hukum Segregasi)?

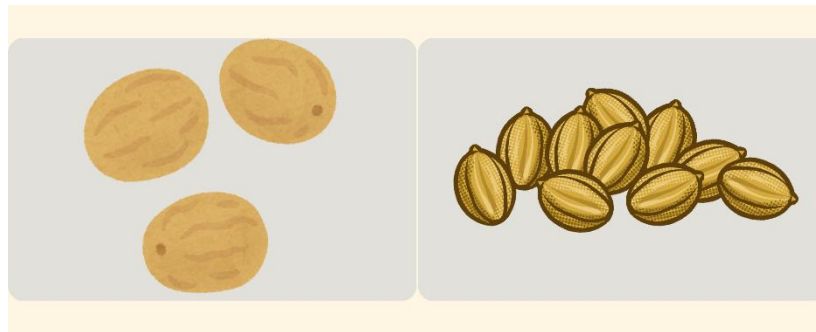


3. Uji Persilangan: Mencari Bukti, Seperti Detektif Genetik

Uji persilangan adalah metode yang digunakan Mendel untuk menentukan genotip individu yang menunjukkan sifat dominan. Apakah individu tersebut homozigot dominan (misalnya YY) atau heterozigot (misalnya Yy) tidak dapat diketahui hanya dari fenotipnya. Dengan melakukan uji persilangan, Mendel bisa memastikan kombinasi gen yang dimiliki individu tersebut.

Apa itu Uji Persilangan?

Uji persilangan adalah persilangan antara individu yang memiliki sifat dominan (genotip tidak diketahui) dengan individu yang memiliki sifat resesif (homozigot, yy). Karena individu resesif hanya membawa alel resesif, hasil persilangan akan menunjukkan sifat keturunan yang bergantung pada genotip individu dominan tersebut.



(a) (b)
Contoh biji keriput (a) dan biji halus (b) – Canva.com

Langkah-Langkah Uji Persilangan

a. Persilangan Individu Fenotip Dominan dengan Individu Resesif:

Fenotip dominan (misalnya, biji kuning) yang genotipnya belum diketahui disilangkan dengan tanaman resesif (biji hijau, yy).

b. Analisis Hasil:

- ▷ Jika hasil keturunan semuanya berfenotip dominan, maka individu dominan tersebut homozigot (YY).
- ▷ Jika hasil keturunan terdiri dari 50% dominan dan 50% resesif, maka individu dominan tersebut heterozigot (Yy).

Contoh Uji Persilangan

a. Individu Homozigot Dominan (YY) x Individu Resesif (yy):

Semua keturunan akan bergenotip Yy dan berfenotip dominan (biji kuning).

b. Individu Heterozigot (Yy) x Individu Resesif (yy):

Keturunan akan terdiri dari:

- ▷ 50% Yy (biji kuning).
- ▷ 50% yy (biji hijau).

Tabel Contoh Hasil Uji Persilangan

	y (dari gamet 1)	y (dari gamet 1)
Y (dari gamet 2)	Yy (Kuning)	Yy (Kuning)
y (dari gamet 2)	yy (Hijau)	yy (Hijau)

c. Hasil Genotip:

1. Yy (heterozigot): 2 bagian (50%).
2. yy (homozigot resesif): 2 bagian (50%).

d. Hasil Fenotip:

1. Kuning (dominan): 50%.
2. Hijau (resesif): 50%.

Jika individu yang diuji adalah homozigot dominan (YY), maka semua keturunan akan memiliki genotip Yy dan fenotip dominan (kuning), tanpa muncul fenotip hijau.

Contoh Soal

Seorang peneliti ingin mengetahui genotipe tanaman kacang polong berbiji kuning yang tampak dominan. Ia menyilangkan tanaman tersebut dengan tanaman murni berbiji hijau (yy). Dari hasil persilangan, semua keturunan berbiji kuning. Apa genotipe tanaman berbiji kuning tersebut?

Jawaban Benar: YY

Pembahasan:

Pada uji persilangan, individu dominan disilangkan dengan individu resesif (yy).

Jika tanaman dominan homozigot (YY) → hasil persilangan hanya menghasilkan Yy (semua biji kuning).

Jika tanaman dominan heterozigot (Yy) → hasil persilangan menghasilkan 50% Yy (kuning) dan 50% yy (hijau).

Karena hasil menunjukkan semua biji kuning, maka genotipe tanaman dominan tersebut adalah YY (homozigot dominan).



4. Persilangan Ganda dan Hukum Perpaduan Bebas

Selain mempelajari pewarisan satu sifat (monohibrid), Mendel juga menyelidiki pewarisan dua sifat sekaligus melalui **persilangan dihibrid**. Eksperimen ini mengarah pada penemuan **Hukum Perpaduan Bebas** (Hukum Mendel Kedua), yang menjelaskan bagaimana gen untuk sifat yang berbeda diwariskan secara independen, asalkan mereka berada pada kromosom yang berbeda atau berjauhan dalam kromosom yang sama.

Apa Itu Persilangan Dihibrid?

a. Contoh persilangan dihibrid

Persilangan dihibrid melibatkan dua pasangan sifat yang berbeda. Misalnya:

- 1) Bentuk biji: Bulat (dominan, R) vs. Keriput (resesif, r).
- 2) Warna biji: Kuning (dominan, Y) vs. Hijau (resesif, y).

Mendel menyilangkan tanaman galur murni dengan genotip **RRYY** (bulat kuning) dan **rryy** (keriput hijau).

b. Tahapan Persilangan Dihibrid

- 1) Generasi P (Parental):

- RRYY (bulat kuning) disilangkan dengan rryy (keriput hijau).
- Hasil Generasi F1: Semua tanaman RrYy (bulat kuning).

- 2) Generasi F1 Disilangkan (RrYy x RrYy):

Mendel menyilangkan tanaman F1 untuk menghasilkan Generasi F2.

- 3) Generasi F2 dan Rasio Fenotip:

Kombinasi alel menghasilkan empat fenotip dengan rasio 9:3:3:1:

- 9 bagian bulat kuning (RRYY, RRYy, RrYY, RrYy).
- 3 bagian bulat hijau (RRyy, Rryy).
- 3 bagian keriput kuning (rrYY, rrYy).
- 1 bagian keriput hijau (rryy).

Tabel Visualisasi Rasio 9:3:3:1

Sifat Warna & Bentuk Biji	Jumlah	Fenotip
Kuning dan Bulat	9	Dominan untuk keduanya
Kuning dan Keriput	3	Dominan warna, resesif bentuk
Hijau dan Bulat	3	Resesif warna, dominan bentuk
Hijau dan Keriput	1	Resesif untuk keduanya

c. Hasil Rasio Fenotip (9:3:3:1)

- 1) Bulat Kuning (9 bagian):

Kombinasi: RRYy, RRYy, RrYY, RrYy.

- 2) Bulat Hijau (3 bagian):

Kombinasi: RRYy, Rryy.

- 3) Keriput Kuning (3 bagian):

Kombinasi: rrYY, rYy.

- 4) Keriput Hijau (1 bagian):

Kombinasi: rryy.

Penjelasan Hukum Perpaduan Bebas

Hasil persilangan dihibrid menunjukkan bahwa gen untuk sifat yang berbeda diwariskan secara independen satu sama lain. Ini karena alel untuk setiap gen dipisahkan dan dipadukan secara acak selama pembentukan gamet. Misalnya, gen untuk bentuk biji (R/r) diwariskan secara independen dari gen untuk warna biji (Y/y). Aplikasi hukum perpaduan bebas diantaranya adalah:

a. Variasi Genetik dalam Populasi

Kombinasi gen yang berbeda menciptakan keanekaragaman sifat pada keturunan.

b. Pemuliaan Tanaman dan Hewan

Hukum ini membantu ilmuwan memahami bagaimana menggabungkan beberapa sifat unggul dalam satu individu, seperti menghasilkan tanaman padi yang tahan hama dan berumur pendek.

c. Analisis Pewarisan Penyakit

Dalam genetika manusia, hukum ini digunakan untuk mempelajari bagaimana penyakit genetik yang disebabkan oleh gen yang tidak saling terkait diwariskan.

Contoh Soal

Dalam suatu persilangan dihibrid antara tanaman ercis dengan genotipe $RrYy$ (R = biji bulat, r = biji kisut, Y = biji kuning, y = biji hijau), berapakah rasio fenotipe yang dihasilkan pada keturunannya?

Jawaban Benar: 9 : 3 : 3 : 1

Pembahasan:

Menurut Hukum Perpaduan Bebas Mendel, gen yang mengendalikan bentuk biji (R/r) diwariskan secara independen dari gen yang mengendalikan warna biji (Y/y). Jika individu dengan genotipe $RrYy$ disilangkan dengan sesamanya ($RrYy \times RrYy$), maka setiap gen akan bersegregasi secara bebas, menghasilkan kombinasi gamet RY , Ry , rY , dan ry . Setelah dikombinasikan melalui persilangan dihibrid, diperoleh rasio fenotipe keturunan sebagai berikut: 9 biji bulat kuning, 3 biji bulat hijau, 3 biji kisut kuning, dan 1 biji kisut hijau. Oleh karena itu, rasio fenotipe yang dihasilkan adalah 9 : 3 : 3 : 1.



5. Genetika dalam Berbagai Bidang Kehidupan

Penemuan Mendel tentang genetika tidak hanya menjadi landasan ilmu pengetahuan, tetapi juga memiliki banyak penerapan praktis di berbagai bidang. Mulai dari memahami sifat-sifat yang diwariskan dalam keluarga hingga pengembangan teknologi genetika modern, genetika telah membawa perubahan besar dalam kehidupan manusia.

Genetika dalam Kedokteran

Pengetahuan tentang pewarisan genetik membantu kita memahami dan mengelola berbagai penyakit yang diturunkan dalam keluarga. Beberapa contohnya:

- Penyakit Genetik: Talasemia, hemofilia, dan fibrosis kistik adalah contoh penyakit yang diwariskan melalui gen tertentu. Dengan tes genetik, dokter dapat mendeteksi risiko penyakit ini lebih dini.
- Pengobatan Presisi: Genetika memungkinkan pengembangan pengobatan yang disesuaikan dengan kebutuhan genetik individu, seperti terapi gen untuk mengobati penyakit langka.

Pemuliaan Tanaman dan Hewan

Penerapan genetika juga sangat penting dalam bidang pertanian dan peternakan.

- Pemuliaan Tanaman Unggul: Dengan teknik genetika, ilmuwan dapat menciptakan tanaman yang tahan hama, tumbuh lebih cepat, dan menghasilkan lebih banyak, seperti padi IR-64 yang tahan wereng.
- Pemuliaan Hewan: Pemuliaan selektif pada sapi, kambing, atau ayam bertujuan untuk meningkatkan hasil susu, daging, atau telur.



Domba dolly contoh rekayasa genetika kloning – Canva.com

Bioteknologi dan Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah penerapan langsung ilmu genetika untuk memodifikasi DNA suatu organisme demi tujuan tertentu.

- Organisme Transgenik: Tanaman seperti jagung Bt atau kapas Bt telah dimodifikasi untuk menjadi tahan terhadap serangan.

- b. CRISPR-Cas9: Teknologi pengeditan gen ini memungkinkan ilmuwan memodifikasi gen secara spesifik, membuka jalan untuk pengobatan penyakit genetik yang lebih efektif.

Analisis Forensik

Genetika juga digunakan dalam bidang hukum melalui analisis DNA. Metode ini membantu mengidentifikasi pelaku kejahatan, mengungkap kasus orang hilang, atau menentukan hubungan biologis.

Penelitian Evolusi dan Konservasi

Genetika berperan penting dalam mempelajari keanekaragaman hayati dan evolusi. Dalam konservasi, genetika membantu mengidentifikasi spesies yang terancam punah dan merancang strategi untuk melindungi mereka.

Contoh Soal

Seorang dokter melakukan tes genetik pada pasien yang memiliki riwayat keluarga menderita hemofilia. Tes ini bertujuan untuk mendeteksi apakah pasien membawa gen hemofilia sehingga bisa diberikan pengobatan yang sesuai dengan kondisi genetiknya. Penerapan genetika pada kasus ini termasuk dalam bidang ...

Jawaban Benar: Pengobatan presisi

Pembahasan:

Genetika dalam kedokteran memiliki banyak penerapan, salah satunya pengobatan presisi, yaitu pengobatan yang disesuaikan dengan kondisi genetik pasien. Dengan tes genetik, dokter dapat mengetahui apakah seseorang membawa gen penyakit tertentu (seperti hemofilia atau talasemia), sehingga pengobatan bisa lebih tepat sasaran.



Fakta Menarik

Setiap manusia membawa sekitar 20.000–25.000 gen!

Artinya, dalam tubuh kita ada "buku panduan" super lengkap yang mengatur hampir semua aspek kehidupan, dari warna mata hingga risiko penyakit.



Penelitian sifat-sifat gen manusia – Shutterstock.com

Rangkuman

Bab ini membahas dasar-dasar genetika, dimulai dengan penemuan Gregor Mendel hingga penerapan genetika modern. Berikut adalah poin-poin utama dari setiap subbab:

1) Mengapa Kita Mirip Orang Tua? Menyelami Penemuan Mendel

Mendel menemukan bahwa sifat diwariskan melalui unit genetik yang kini disebut gen. Sifat-sifat ini diwariskan dari orang tua ke anak melalui proses segregasi gen. Hukum Segregasi Mendel menjelaskan bahwa setiap individu memiliki dua alel untuk setiap sifat, dan hanya satu alel yang diwariskan kepada keturunannya. Penemuan ini menjadi fondasi ilmu genetika modern.

2) Persilangan Sederhana: Apa yang Terjadi Saat Kacang Memadu Warna?

Persilangan monohibrid menunjukkan pola pewarisan sifat dengan rasio fenotip 3:1 pada Generasi F₂. Hasil ini memperkuat Hukum Segregasi Mendel, yang menunjukkan bahwa gen dominan akan menutupi gen resesif, tetapi sifat resesif tetap diwariskan dan dapat muncul kembali dalam generasi berikutnya.

3) Uji Persilangan: Mencari Bukti, Seperti Detektif Genetik

Uji persilangan digunakan untuk menentukan genotip individu dengan fenotip dominan. Jika semua keturunan menunjukkan sifat dominan, individu tersebut homozigot dominan. Jika terdapat rasio 1:1 antara fenotip dominan dan resesif, individu tersebut heterozigot. Metode ini sangat penting dalam analisis genetik.

4) Perulangan Dihibrida dan Hukum Perpaduan Bebas

Persilangan dihibrid menunjukkan bahwa gen untuk sifat yang berbeda diwariskan secara independen, menghasilkan rasio fenotip 9:3:3:1 pada Generasi F₂. Hukum Perpaduan Bebas Mendel menjelaskan bahwa kombinasi alel untuk dua sifat berbeda dipisahkan dan digabungkan secara acak, menciptakan variasi genetik yang besar.

5) Penerapan Genetika: Dari Keluarga hingga Inovasi Ilmiah

Genetika memiliki penerapan luas, termasuk dalam kedokteran, pertanian, bioteknologi, dan forensik. Pengetahuan tentang genetika memungkinkan pengobatan penyakit genetik, pengembangan tanaman dan hewan unggul, serta teknologi rekayasa genetik seperti CRISPR-Cas9. Genetika juga berperan dalam penelitian evolusi dan konservasi keanekaragaman hayati.

Latihan Soal

1. Apa yang menjadi dasar dari penemuan Gregor Mendel tentang pewarisan sifat?
 - A. Sifat diwariskan hanya melalui faktor lingkungan
 - B. Sifat diwariskan melalui unit genetik yang disebut gen
 - C. Semua sifat selalu muncul pada setiap generasi
 - D. Alel resesif selalu mendominasi sifat fenotip
2. Rasio fenotip 3:1 pada generasi F2 muncul dalam persilangan ...
 - A. Dihibrid
 - B. Monohibrid
 - C. Uji persilangan
 - D. Genetik ganda
3. Apa tujuan utama dari uji persilangan dalam genetika?
 - A. Menentukan jumlah kromosom individu
 - B. Mengetahui rasio fenotip suatu populasi
 - C. Menentukan genotip individu dengan fenotip dominan
 - D. Menyamakan sifat dominan dan resesif
4. Jika hasil uji persilangan menunjukkan rasio fenotip 1:1, maka individu yang diuji memiliki genotip ...
 - A. Homozigot dominan
 - B. Homozigot resesif
 - C. Heterozigot
 - D. Intermediet
5. Persilangan dihibrid menghasilkan rasio fenotip ... pada generasi F2.
 - A. 3:1
 - B. 1:1
 - C. 2:1
 - D. 9:3:3:1
6. Hukum Perpaduan Bebas Mendel menjelaskan bahwa ...
 - A. Gen dominan selalu mengalahkan gen resesif
 - B. Alel untuk sifat berbeda diwariskan secara independen
 - C. Setiap sifat selalu muncul dalam generasi berikutnya
 - D. Lingkungan menentukan pewarisan sifat
7. Berikut ini yang termasuk penerapan genetika dalam kehidupan modern adalah ...
 - A. Menentukan warna mata anak secara pasti
 - B. Menyusun silsilah keluarga

- C. Pengobatan penyakit genetik dan rekayasa genetik (CRISPR-Cas9)
- D. Menentukan umur seseorang dengan DNA

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 2

Referensi

Mendel, G. (1866). *Versuche über Pflanzen-Hybriden*.

Griffiths, A.J.F., et al. (2020). *Introduction to Genetic Analysis*.

Pierce, B.A. (2017). *Genetics: A Conceptual Approach*.

Hartl, D.L., & Ruvolo, M. (2012). *Genetics: Analysis of Genes and Genomes*.

Jasanoff, S. (2016). *The Ethics of Invention: Technology and the Human Future*.



BAB 3:

INOVASI BIOTEKNOLOGI

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, Mandiri, Bergotong royong, dan Kreatif.

Kata Kunci: Bioteknologi, Kultur jaringan, Hibridisasi, Hidroponik, Inseminasi, Mikroorganisme, Fermentasi, Transgenik, Rekayasa genetika, Radiasi, Planlet, Eksplan, Bibit unggul, Produk pangan, Mikroba

Tujuan Pembelajaran: Bioteknologi dalam Produksi Pangan

- 1. Menganalisis peran bioteknologi dalam meningkatkan produksi pangan**
 - ▷ Menjelaskan manfaat bioteknologi untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia.
 - ▷ Memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pertanian dan peternakan.
- 2. Menguraikan cara memperoleh bibit unggul melalui bioteknologi**
 - ▷ Menjelaskan teknik-teknik perbanyakan tanaman modern, seperti kultur jaringan.
 - ▷ Mengidentifikasi keunggulan bibit hasil bioteknologi dibanding bibit biasa.

3. Menjelaskan peran mikroorganisme dalam proses bioteknologi pangan

- ▷ Menguraikan peran bakteri dan jamur dalam menghasilkan produk pangan.
- ▷ Memberikan contoh produk pangan hasil fermentasi yang melibatkan mikroorganisme.

4. Menerapkan bioteknologi untuk mendukung ketahanan pangan

- ▷ Mendeskripsikan contoh produk pangan yang dihasilkan melalui bioteknologi.
- ▷ Menjelaskan dampak positif bioteknologi terhadap peningkatan kualitas pangan.



F I T R I



1. Definisi Bioteknologi

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup, seperti mikroorganisme, tumbuhan, dan hewan, untuk menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat bagi manusia. Dalam pengembangannya, bioteknologi menggabungkan ilmu biologi dengan teknologi modern untuk menciptakan solusi bagi berbagai kebutuhan manusia, baik di bidang pangan, kesehatan, maupun lingkungan. Istilah "bioteknologi" berasal dari kata *bio* yang berarti kehidupan, dan *teknologi* yang berarti penerapan pengetahuan untuk menciptakan sesuatu yang berguna. Dengan demikian, bioteknologi melibatkan penggunaan prinsip-prinsip biologis dalam teknologi untuk mencapai tujuan tertentu.



Kultur Jaringan – Canva.com

Bioteknologi dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan teknologi yang digunakan:

a. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi ini menggunakan mikroorganisme secara alami untuk menghasilkan produk. Contohnya adalah fermentasi, proses yang telah digunakan sejak zaman dahulu untuk mengolah makanan dan minuman. Berikut adalah beberapa contoh penerapan bioteknologi konvensional:

- ▷ Tempe dan Tahu: Mikroorganisme seperti *Rhizopus oryzae* digunakan untuk fermentasi kacang kedelai menjadi tempe.
- ▷ Tape: Proses fermentasi singkong atau beras ketan menggunakan ragi menghasilkan tape yang memiliki rasa manis dan sedikit asam.
- ▷ Yoghurt dan Keju: Bakteri seperti *Lactobacillus bulgaricus* membantu mengubah susu menjadi yoghurt atau keju.

Dengan bioteknologi konvensional, manusia memanfaatkan kemampuan alami mikroorganisme tanpa banyak melakukan perubahan pada struktur genetiknya.

b. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern memanfaatkan teknologi canggih, seperti rekayasa genetika dan kultur jaringan, untuk menciptakan produk yang lebih kompleks dan spesifik. Berikut beberapa contoh penerapannya:

- ▷ Pembuatan Vaksin: Teknologi DNA rekombinan digunakan untuk menciptakan vaksin, seperti vaksin hepatitis B, yang lebih aman dan efektif.

- ▷ Tanaman Transgenik: Seperti jagung Bt yang tahan terhadap serangan hama tertentu karena telah dimodifikasi genetiknya.
- ▷ Kultur Jaringan Tumbuhan: Digunakan untuk memperbanyak tanaman secara cepat, seperti anggrek dan pisang, dengan hasil yang seragam dan bebas penyakit.

Bioteknologi modern sering kali melibatkan manipulasi genetik atau teknologi laboratorium tingkat lanjut, sehingga lebih kompleks dibandingkan bioteknologi konvensional. Bioteknologi memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan memahami berbagai penerapan bioteknologi di atas, kita dapat melihat bahwa ilmu ini sangat berperan dalam mendukung kehidupan manusia. Pada bagian berikutnya, kita akan membahas lebih lanjut tentang bagaimana bioteknologi diterapkan di bidang pertanian.

Contoh Soal

Apa perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern dalam hal pengolahan tanaman?

Jawaban Benar: Bioteknologi konvensional hanya melibatkan pemuliaan tanaman, sedangkan bioteknologi modern melibatkan modifikasi genetik langsung.

Penjelasan:

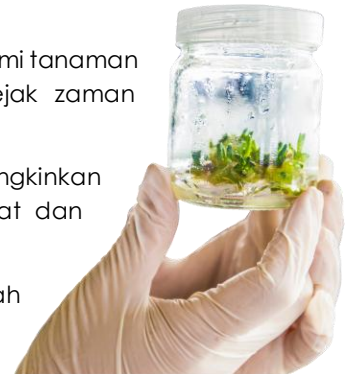
Bioteknologi konvensional mengandalkan pemuliaan tanaman melalui persilangan alami untuk mendapatkan sifat-sifat unggul, sedangkan bioteknologi modern melibatkan modifikasi genetik langsung, yaitu perubahan struktur genetik tanaman menggunakan teknik seperti rekayasa genetika.



Fakta Menarik

Bioteknologi Konvensional dan Modern

- ▷ Bioteknologi konvensional mengandalkan penanaman dan persilangan alami tanaman untuk menghasilkan varietas yang lebih unggul, yang sudah ada sejak zaman Mesopotamia.
- ▷ Bioteknologi modern melibatkan alat canggih seperti CRISPR, yang memungkinkan para ilmuwan untuk "mengedit" gen secara presisi dalam waktu singkat dan dengan biaya lebih rendah.
- ▷ Dengan bioteknologi modern, tanaman transgenik seperti padi emas telah memungkinkan negara berkembang mengatasi kekurangan gizi seperti kekurangan vitamin A yang mengarah pada kebutaan.



Kegiatan Praktikum 1

Judul Praktikum: Membuat Yoghurt sebagai Produk Bioteknologi Pangan

Tujuan Praktikum:

- 1) Mengamati peran mikroorganisme (bakteri asam laktat) dalam proses fermentasi.
- 2) Menerapkan konsep bioteknologi sederhana dalam produksi pangan.

- 3) Menunjukkan keterampilan ilmiah melalui pembuatan produk berbasis mikroorganisme.

Alat dan Bahan:

- 1) Susu murni cair (500 ml)
- 2) Starter yoghurt (plain yoghurt tanpa pemanis)
- 3) Panci kecil
- 4) Kompor/pemanas
- 5) Termometer (jika ada)
- 6) Wadah bersih bertutup (toples/kaca)

Langkah-Langkah:

- 1) Panaskan susu murni dalam panci hingga mencapai $\pm 45^{\circ}\text{C}$ (tidak boleh terlalu panas agar bakteri tidak mati).
- 2) Setelah hangat, tuangkan susu ke dalam wadah bersih.
- 3) Tambahkan 2 sendok makan yoghurt sebagai starter ke dalam susu.
- 4) Aduk perlahan hingga rata, lalu tutup wadah.
- 5) Simpan wadah dalam suhu ruang hangat ($\pm 6-12$ jam) tanpa diganggu.
- 6) Amati hasil fermentasi: susu akan mengental dan beraroma asam khas yoghurt.

Pertanyaan Refleksi:

- 1) Apa peran bakteri dalam proses fermentasi ini?
- 2) Mengapa penting menjaga suhu saat pembuatan yoghurt?
- 3) Bagaimana kegiatan ini mencerminkan penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari?



2. Penerapan Bioteknologi dalam Dunia Pertanian

Bioteknologi pertanian adalah penerapan teknologi biologi untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keberlanjutan di sektor pertanian. Dengan memanfaatkan teknologi ini, manusia dapat mengatasi berbagai tantangan seperti keterbatasan lahan, serangan hama, dan perubahan iklim. Berikut adalah berbagai penerapan bioteknologi dalam pertanian:

Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman menggunakan bagian kecil tanaman (eksplan) yang ditumbuhkan dalam media buatan steril. Teknik ini memanfaatkan prinsip *totipotensi*, yaitu kemampuan sel tanaman untuk berkembang menjadi individu utuh dalam kondisi yang sesuai.



Kultur jaringan – Wikipedia.org

a. Langkah-langkah Kultur Jaringan:

- 1) Pengambilan Eksplan: Eksplan diambil dari bagian tanaman yang bersifat meristematik, seperti ujung batang atau tunas.
- 2) Sterilisasi Eksplan: Eksplan dicuci dan direndam dalam larutan steril untuk membunuh mikroorganisme.
- 3) Penanaman di Media Kultur: Eksplan ditempatkan di media yang mengandung nutrisi lengkap dan hormon pertumbuhan.
- 4) Induksi Kalus: Eksplan membentuk kalus, yaitu jaringan baru yang belum terdiferensiasi.
- 5) Regenerasi Tanaman Utuh: Kalus dikembangkan menjadi tunas dan akar untuk membentuk tanaman baru.
- 6) Aklimatisasi: Tanaman kecil dipindahkan ke media tanah atau hidroponik untuk beradaptasi dengan lingkungan alami.

b. Contoh:

- ▷ Perbanyakan tanaman pisang dan anggrek untuk kebutuhan komersial.
- ▷ Konservasi tanaman langka seperti anggrek spesies.

Insektisida dan Bakteri

Teknologi ini memanfaatkan mikroorganisme seperti *Bacillus thuringiensis* (Bt) untuk mengendalikan hama secara alami. Bt menghasilkan protein toksin yang dapat membunuh serangga hama tanpa merusak tanaman.

a. Langkah-langkah Penggunaan:

- 1) Isolasi Bakteri: Bakteri Bt diisolasi dari tanah dan diperbanyak di laboratorium.
- 2) Produksi Toksin Bt: Bakteri Bt menghasilkan protein toksin yang diolah menjadi insektisida cair atau bubuk.
- 3) Aplikasi di Tanaman: Larutan insektisida Bt disemprotkan pada tanaman untuk melindungi dari serangan serangga hama.

- 4) Pemantauan Hasil: Tanaman diawasi untuk memastikan efektivitas insektisida.

b. Contoh:

- ▷ Tanaman jagung Bt yang menghasilkan toksin langsung di jaringannya untuk melawan hama ulat penggerek.
- ▷ Penyemprotan insektisida Bt pada tanaman kol untuk melindungi dari hama ulat.

Persilangan

Persilangan adalah teknik mengawinkan dua jenis tanaman yang memiliki sifat unggul untuk menghasilkan varietas baru dengan kualitas lebih baik.

a. Langkah-langkah Persilangan:

- 1) Pemilihan Induk: Dua tanaman dipilih berdasarkan sifat unggulnya, misalnya tahan kekeringan dan hasil panen tinggi.
- 2) Pengumpulan Serbuk Sari: Serbuk sari diambil dari bunga tanaman jantan.
- 3) Penyerbukan Buatan: Serbuk sari ditransfer ke kepala putik bunga tanaman betina.
- 4) Pembentukan Buah: Setelah penyerbukan berhasil, buah akan terbentuk dan menghasilkan biji persilangan.
- 5) Penanaman Biji: Biji hasil persilangan ditanam, dan hasilnya dievaluasi untuk memilih varietas terbaik.

b. Contoh:

- ▷ Padi IR64 yang tahan penyakit dan memiliki hasil panen tinggi.
- ▷ Persilangan tomat lokal dengan varietas impor untuk meningkatkan rasa dan ketahanan.

Teknologi Nuklir

Teknologi nuklir dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas tanaman, mengontrol hama, dan menjaga hasil pertanian.

a. Mutasi Tanaman untuk Mendapatkan Varietas Unggul

Radiasi nuklir digunakan untuk memicu mutasi genetik pada tanaman, menciptakan varietas baru dengan sifat unggul.

Contoh: Padi varietas Mira-1 yang tahan salinitas.

b. Pemberantasan Hama Tanaman

Teknik Serangga Mandul (TSM) memanfaatkan radiasi untuk membuat serangga jantan mandul sehingga tidak dapat berkembang biak.

Contoh: Pengendalian lalat buah di perkebunan jeruk.

c. Pengawetan Makanan

Radiasi nuklir digunakan untuk memperpanjang umur simpan hasil panen tanpa bahan kimia.

Contoh: Penyimpanan rempah-rempah agar tetap segar selama distribusi.

d. Mengetahui Masa Pemupukan yang Paling Baik

Isotop radioaktif digunakan untuk mengamati pola penyerapan pupuk sehingga pemupukan dapat dilakukan secara efisien.

Contoh: Studi efisiensi pupuk nitrogen pada tanaman jagung.

Pengelolaan Lahan Pertanian

Pengelolaan lahan yang baik sangat penting untuk meningkatkan produktivitas panen dan menjaga ketersediaan pangan berkelanjutan. Dua pendekatan utama yang digunakan adalah ekstensifikasi dan intensifikasi. Ekstensifikasi dilakukan dengan memperluas lahan pertanian, sedangkan intensifikasi berfokus pada peningkatan hasil di lahan yang sudah ada melalui teknologi, pupuk, dan teknik pertanian efisien. Keduanya perlu berjalan seimbang agar produksi meningkat tanpa merusak lingkungan. Dalam intensifikasi, penerapan yang dilakukan antara lain pengolahan tanah dengan alat modern dan rotasi tanaman, penggunaan bibit unggul seperti jagung hibrida, pemupukan ramah lingkungan menggunakan pupuk hayati, pengairan efisien dengan sistem irigasi tetes, serta pemberantasan hama menggunakan pestisida alami atau musuh alami.

Teknologi Hidroponik

Hidroponik adalah metode menanam tanpa tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi dalam air, sehingga sangat cocok untuk lahan sempit, tanah tidak subur, atau lingkungan perkotaan. Teknik ini memiliki banyak keunggulan, seperti efisiensi penggunaan lahan, penghematan air hingga 90%, pertumbuhan tanaman yang lebih cepat, bebas hama tanah, hasil panen yang konsisten, serta lebih ramah lingkungan karena mengurangi penggunaan pestisida. Dengan berbagai kelebihannya, hidroponik menjadi solusi inovatif dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pangan di tengah keterbatasan lahan dan air.



Hidroponik – Wikipedia.org

Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah teknologi yang memungkinkan manipulasi DNA organisme untuk menghasilkan sifat yang diinginkan. Dalam pertanian, teknik ini sering digunakan untuk menciptakan tanaman dengan sifat unggul, seperti tahan terhadap hama, kekeringan, atau memiliki nilai gizi yang lebih tinggi.

Keunggulan Rekayasa Genetika:

- 1) Meningkatkan produktivitas tanaman tanpa memerlukan perluasan lahan.
- 2) Mengurangi penggunaan pestisida dan bahan kimia lain.
- 3) Memperpanjang masa simpan hasil panen.
- 4) Meningkatkan kandungan nutrisi pada tanaman pangan.

Contoh Soal

Seorang peneliti melakukan persilangan antara tanaman padi yang tahan kekeringan dengan tanaman padi yang hasil panennya tinggi. Tujuan utama dari persilangan ini adalah...

- A. Menghasilkan padi dengan sifat unggul gabungan dari kedua induknya
- B. Menghasilkan padi baru yang identik dengan induk jantan
- C. Menghasilkan padi yang hanya tahan kekeringan saja
- D. Menghasilkan padi yang hanya berproduksi tinggi tanpa ketahanan
- E. Menghasilkan padi yang tidak memiliki sifat induknya

Jawaban Benar: A. Menghasilkan padi dengan sifat unggul gabungan dari kedua induknya

Pembahasan:

Persilangan dilakukan untuk memperoleh varietas baru yang memiliki sifat unggul dari kedua induknya. Dalam kasus ini, padi hasil persilangan diharapkan tahan kekeringan sekaligus memiliki hasil panen yang tinggi.



3. Bioteknologi Pangan: Dari Fermentasi Tradisional hingga Inovasi Modern!

Bioteknologi pengolahan pangan memanfaatkan mikroorganisme untuk menghasilkan produk makanan yang bernilai gizi tinggi, tahan lama, dan lezat. Proses ini melibatkan fermentasi atau teknik modern untuk mengolah bahan mentah menjadi makanan dan minuman. Berikut adalah beberapa contoh produk bioteknologi dalam pengolahan pangan:

Tempe



Hasil fermentasi kedelai berupa tempe – Canva.com

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang dibuat melalui fermentasi kacang kedelai menggunakan jamur *Rhizopus oryzae* atau *Rhizopus oligosporus*. Proses fermentasi ini meningkatkan nilai gizi kedelai, terutama protein dan vitamin B.

a. Langkah-langkah Pembuatan Tempe:

- 1) Pencucian dan Perendaman:
Kedelai dicuci bersih lalu direndam selama 12–24 jam untuk melunakkan bijinya.
- 2) Pengupasan Kulit:
Setelah direndam, kulit kedelai dikupas agar jamur dapat tumbuh dengan baik.
- 3) Perebusan:
Kedelai direbus untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan.
- 4) Inokulasi dengan Ragi Tempe
Setelah didinginkan, kedelai dicampur dengan ragi tempe yang mengandung spora jamur *Rhizopus*.
- 5) Fermentasi:
Campuran kedelai dan ragi dibiarkan pada suhu ruang selama 1–2 hari hingga kedelai menyatu menjadi tempe.

b. Manfaat Tempe:

- ▷ Kaya protein, serat, dan probiotik yang baik untuk pencernaan.
- ▷ Alternatif makanan sehat untuk vegetarian.

Roti

Roti adalah hasil fermentasi tepung terigu yang menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). Proses fermentasi menghasilkan karbon dioksida yang membuat adonan roti mengembang dan teksturnya menjadi empuk.

a. Langkah-langkah Pembuatan Roti:

- 1) Pencampuran Bahan: Tepung terigu, air, gula, ragi, dan bahan lainnya dicampur hingga membentuk adonan.
- 2) Proses Fermentasi: Ragi mengubah gula menjadi karbon dioksida dan alkohol, menyebabkan adonan mengembang.
- 3) Pembentukan dan Pemanggangan: Setelah difermentasi, adonan dibentuk dan dipanggang dalam oven hingga matang.

a. Manfaat Roti:

- ▷ Sumber energi dari karbohidrat kompleks.
- ▷ Proses fermentasi meningkatkan daya cerna.



Roti yang diolah dengan bakteri dan produk susu yang difermentasi menjadi yoghurt-Canva.com

Yoghurt

Yoghurt adalah produk susu yang difermentasi oleh bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Proses fermentasi mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat, memberikan rasa asam dan tekstur kental.

a. Langkah-langkah Pembuatan Yoghurt:

- 1) Pemanasan Susu: Susu dipanaskan pada suhu 85°C untuk membunuh bakteri patogen.
- 2) Pendinginan: Susu didinginkan hingga suhu sekitar 40°C agar cocok untuk pertumbuhan bakteri.
- 3) Penambahan Starter Bakteri: Bakteri starter ditambahkan ke susu, lalu diaduk rata.
- 4) Fermentasi: Campuran susu dan bakteri dibiarkan selama 6–8 jam pada suhu 40°C hingga mengental.

b. Manfaat Yoghurt:

- ▷ Mengandung probiotik yang baik untuk kesehatan usus.
- ▷ Membantu mencerna laktosa bagi penderita intoleransi laktosa.

Keju

Keju dibuat melalui proses fermentasi susu menggunakan bakteri asam laktat dan enzim *rennet*. Proses ini memisahkan protein susu (kasein) menjadi gumpalan (dadih) dan cairan (whey).

a. Langkah-langkah Pembuatan Keju:

- 1) Pemanasan Susu: Susu dipanaskan pada suhu tertentu untuk mempersiapkan fermentasi.
- 2) Penambahan Starter Bakteri dan Rennet: Bakteri asam laktat ditambahkan untuk memfermentasi laktosa, sementara enzim *rennet* membantu menggumpalkan susu.
- 3) Pemotongan Dadih: Gumpalan susu (dadih) dipotong-potong untuk memisahkan whey.
- 4) Pematatan dan Pematangan: Dadih dipadatkan dan difermentasi lebih lanjut untuk menghasilkan rasa khas.

b. Manfaat Keju:

- ▷ Kaya protein, kalsium, dan vitamin D.
- ▷ Sebagai sumber energi dan bahan makanan yang tahan lama.

Protein Sel Tunggal (PST)

Protein Sel Tunggal adalah protein yang diperoleh dari mikroorganisme seperti bakteri, ragi, atau alga. PST digunakan sebagai sumber protein alternatif, terutama di masa depan untuk mengatasi kelangkaan pangan.

a. Langkah-langkah Produksi PST:

- 1) Pemilihan Mikroorganisme:
Mikroorganisme seperti *Spirulina* (alga hijau biru) atau *Saccharomyces cerevisiae* dipilih karena kandungan protein yang tinggi.
- 2) Media Kultur:
Mikroorganisme ditumbuhkan di media kaya nutrisi seperti molase atau limbah pertanian.
- 3) Fermentasi:
Mikroorganisme diperbanyak melalui fermentasi hingga menghasilkan biomassa yang cukup.
- 4) Panen dan Pengolahan:
Biomassa mikroorganisme dipanen, dikeringkan, dan diolah menjadi tepung atau produk lain.

b. Manfaat PST:

- ▷ Sumber protein murah dan berkelanjutan.
- ▷ Alternatif untuk pakan ternak dan makanan manusia.

Contoh Soal

Dalam proses pembuatan yoghurt, susu harus dipanaskan terlebih dahulu hingga suhu sekitar 85°C. Apa tujuan dari langkah ini?

- A. Agar susu menjadi lebih kental sebelum ditambahkan bakteri
- B. Untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada dalam susu
- C. Supaya rasa susu menjadi lebih manis saat difermentasi
- D. Agar bakteri starter langsung menghasilkan probiotik
- E. Untuk mempercepat perubahan laktosa menjadi asam laktat

Jawaban Benar: B. Untuk membunuh bakteri patogen yang mungkin ada dalam susu

Pembahasan:

Pemanasan susu hingga 85°C berfungsi sebagai proses pasteurisasi untuk membunuh bakteri patogen atau mikroba liar. Dengan demikian, hanya bakteri starter (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) yang dapat tumbuh optimal dan melakukan fermentasi, menghasilkan yoghurt dengan rasa asam dan tekstur kental.



Fakta Menarik

Sains di Balik Empuknya Roti

Gelembung-gelembung udara dalam roti itu sebenarnya adalah karbon dioksida hasil kerja ragi. Jadi setiap gigitan roti yang empuk, kamu sebenarnya sedang menikmati hasil kerja mikroba kecil!



Rongga pada roti – Wikipedia.org

Kegiatan Praktikum 2

Judul Praktikum: Memanfaatkan Limbah Organik menjadi Bioplastik Ramah Lingkungan

Tujuan Praktikum:

- 1) Mengamati pemanfaatan bahan alami (kulit pisang) untuk membuat produk bioteknologi.
- 2) Menganalisis penerapan bioteknologi dalam pengolahan limbah organik.
- 3) Menilai dampak positif bioteknologi terhadap lingkungan.

Alat dan Bahan:

- 1) Kulit pisang matang (3–5 buah)
- 2) Air (200 ml)

- 3) Cuka (5 ml)
- 4) Tepung maizena (20 gram)
- 5) Glycerin (opsional, 5 ml – untuk elastisitas)
- 6) Blender
- 7) Wajan dan kompor
- 8) Sendok kayu dan cetakan plastik

Langkah-Langkah:

- 1) Potong kecil kulit pisang, lalu blender bersama air hingga halus.
- 2) Tuang hasil blender ke dalam wajan.
- 3) Tambahkan tepung maizena, cuka, dan glycerin (jika ada).
- 4) Aduk campuran di atas api kecil hingga mengental seperti adonan.
- 5) Tuang adonan ke dalam cetakan plastik, ratakan.
- 6) Jemur atau diamkan di tempat kering selama $\pm 1-2$ hari hingga mengeras.

Pertanyaan Refleksi:

- 1) Mengapa kulit pisang bisa dijadikan bioplastik?
- 2) Apa keuntungan bioplastik dibandingkan plastik biasa?
- 3) Apa tantangan dalam penerapan bioteknologi seperti ini di masyarakat?



4. Inovasi Bioteknologi Peternakan

Bioteknologi di bidang peternakan diterapkan untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan efisiensi dalam pengelolaan ternak. Teknologi ini membantu menciptakan produk hewan yang lebih berkualitas, menjaga kesehatan hewan, dan meningkatkan kesejahteraan peternak. Berikut adalah beberapa contoh penerapan bioteknologi dalam peternakan:

Inseminasi Buatan

Inseminasi buatan adalah teknologi reproduksi yang memungkinkan terjadinya pembuahan tanpa kawin alami, dengan cara sperma dari pejantan unggul dikumpulkan, diawetkan, lalu disuntikkan ke rahim betina yang telah dipersiapkan. Proses ini meliputi beberapa langkah, yaitu pengumpulan sperma dari pejantan menggunakan alat khusus, penyimpanan dan transportasi sperma pada suhu rendah (biasanya dalam nitrogen cair) untuk menjaga kualitas, pemeriksaan kesehatan serta siklus reproduksi betina, hingga tahap penyuntikan sperma menggunakan alat inseminasi. Teknologi ini memberikan berbagai manfaat, antara lain menghemat biaya transportasi pejantan, meningkatkan peluang keberhasilan reproduksi, serta memperbaiki kualitas genetik ternak.

Transfer Embrio

Transfer embrio adalah teknologi reproduksi yang dilakukan dengan mengambil embrio dari induk unggul untuk ditanamkan ke rahim betina lain, sehingga memungkinkan satu induk menghasilkan banyak keturunan dalam waktu singkat. Prosesnya meliputi induksi ovulasi dengan pemberian hormon agar induk menghasilkan banyak sel telur, pembuahan sel telur secara alami atau melalui inseminasi buatan, pengambilan embrio yang telah terbentuk dari rahim induk unggul, dan penanaman embrio ke rahim betina penerima. Teknologi ini bermanfaat untuk memperbanyak keturunan dari induk unggul sekaligus mempercepat perbaikan genetik pada populasi ternak.

Kloning

Kloning adalah teknik untuk menghasilkan individu baru yang identik secara genetik dengan individu asal dan dalam peternakan digunakan untuk memperbanyak ternak dengan kualitas genetik unggul. Proses kloning meliputi pengambilan sel somatik dari individu yang akan dikloning, pengambilan sel telur dari individu lain yang intinya dihilangkan, kemudian inti sel somatik dimasukkan ke dalam sel telur kosong. Sel hasil fusi dirangsang agar membelah menjadi embrio, lalu embrio tersebut ditanamkan ke rahim induk pengganti hingga melahirkan klon. Contoh penerapan kloning adalah kloning sapi untuk menghasilkan susu berkualitas tinggi dan kloning domba Dolly sebagai hewan pertama yang berhasil dikloning dari sel somatik. Teknologi ini bermanfaat untuk memperbanyak ternak unggul secara efisien serta melestarikan genetik dari individu yang bernilai tinggi.



Domba Dolly – Wikipedia.org

Hormon Pertumbuhan

Hormon pertumbuhan (Growth Hormone) adalah hormon yang diberikan pada ternak untuk meningkatkan produksi daging, susu, atau telur dengan cara mempercepat pertumbuhan serta meningkatkan efisiensi penggunaan pakan. Contohnya, penggunaan bovine somatotropin (BST) pada sapi perah dapat meningkatkan produksi susu, sementara pada ayam pedaging hormon ini membantu mempercepat pencapaian berat badan optimal. Penerapan hormon pertumbuhan memberikan manfaat berupa peningkatan produktivitas ternak sekaligus mengurangi waktu dan biaya pemeliharaan.

Pembuatan Vaksin dan Obat-Obatan Hewan

Bioteknologi berperan penting dalam pengembangan vaksin dan obat-obatan untuk mencegah serta mengobati penyakit ternak, sehingga kesehatan hewan tetap terjaga dan kerugian ekonomi akibat kematian dapat dicegah. Contohnya adalah pembuatan vaksin untuk penyakit mulut dan kuku pada sapi serta penggunaan antibiotik khusus untuk mengatasi infeksi. Teknologi ini memberikan manfaat besar, antara lain melindungi ternak dari penyakit yang mudah menyebar, meningkatkan kualitas hasil ternak melalui kesehatan hewan yang lebih baik, serta mengurangi penggunaan antibiotik berlebihan dengan penerapan vaksinasi preventif.

Pemuliaan Genetik dengan Rekayasa Genetika

Rekayasa genetik dalam peternakan dilakukan untuk meningkatkan sifat unggul pada hewan, seperti mempercepat pertumbuhan, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, dan memperbanyak produksi susu. Contoh penerapannya antara lain sapi transgenik yang menghasilkan susu bergizi tinggi seperti susu kaya protein atau rendah laktosa, ayam transgenik yang tahan flu burung, serta domba yang mampu menghasilkan wol berkualitas tinggi. Teknologi ini bermanfaat untuk menghasilkan ternak yang lebih efisien dalam memenuhi kebutuhan pangan sekaligus mengurangi risiko penyakit yang dapat menyerang populasi ternak.

Contoh Soal

Seorang peternak ingin meningkatkan produksi susu sapi perahnya sekaligus menjaga kesehatan ternak agar terhindar dari penyakit menular. Teknologi bioteknologi apa yang dapat digunakan, dan apa manfaat utamanya bagi peternakan tersebut?

Jawaban Benar: Penggunaan hormon pertumbuhan (BST) untuk meningkatkan produksi susu serta pembuatan vaksin untuk mencegah penyakit menular.

Pembahasan:

Hormon pertumbuhan seperti bovine somatotropin (BST) dapat diberikan pada sapi perah untuk mempercepat pertumbuhan sekaligus meningkatkan produksi susu dengan efisiensi pakan yang lebih baik. Di sisi lain, bioteknologi juga memungkinkan pengembangan vaksin yang dapat melindungi ternak dari penyakit menular, misalnya penyakit mulut dan kuku pada sapi. Kombinasi penggunaan hormon pertumbuhan dan vaksinasi memberikan manfaat ganda, yaitu meningkatkan produktivitas ternak sekaligus menjaga kesehatan hewan, sehingga biaya pemeliharaan dapat ditekan dan kerugian akibat kematian ternak dapat dicegah..

Rangkuman

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup dan teknologi untuk menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dalam berbagai bidang, bioteknologi telah memberikan solusi inovatif untuk tantangan global, khususnya di bidang pertanian, pengolahan pangan, dan peternakan. Berikut rangkuman dari setiap subbab:

1) Pengertian Bioteknologi:

Bioteknologi melibatkan penggunaan mikroorganisme, tumbuhan, atau hewan dalam proses biologis untuk menghasilkan produk bermanfaat. Bioteknologi konvensional menggunakan proses alami, seperti fermentasi, sedangkan bioteknologi modern melibatkan teknologi canggih seperti rekayasa genetika.

2) Bioteknologi Pertanian:

Dalam pertanian, bioteknologi digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman melalui teknik seperti kultur jaringan, penggunaan insektisida berbasis bakteri, persilangan tanaman, teknologi nuklir, pengelolaan lahan yang efektif, hidroponik, dan rekayasa genetika. Teknologi ini memungkinkan perbaikan genetik, penghematan lahan, efisiensi air, dan penanganan hama secara ramah lingkungan.

3) Bioteknologi Pengolahan Pangan:

Bioteknologi pangan menghasilkan produk bernutrisi tinggi melalui fermentasi mikroorganisme. Contohnya adalah tempe, roti, yoghurt, keju, dan protein sel tunggal (PST). Proses ini meningkatkan nilai gizi, daya cerna, dan umur simpan makanan, serta menciptakan alternatif protein yang berkelanjutan.

4) Bioteknologi Peternakan:

Di bidang peternakan, bioteknologi diterapkan untuk meningkatkan efisiensi reproduksi, kualitas genetik, dan kesehatan hewan. Teknologi seperti inseminasi buatan, transfer embrio, kloning, penggunaan hormon pertumbuhan, dan pengembangan vaksin memberikan solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan pangan global dengan tetap menjaga kesejahteraan hewan dan keberlanjutan lingkungan.

Bioteknologi memainkan peran penting dalam kehidupan manusia dengan menawarkan solusi untuk meningkatkan kualitas hidup, ketersediaan pangan, dan keberlanjutan lingkungan. Baik melalui teknologi tradisional maupun modern, bioteknologi terus berkembang sebagai jawaban atas tantangan global di masa kini dan mendatang.

Latihan Soal

1. Bioteknologi adalah cabang ilmu yang memanfaatkan makhluk hidup dan teknologi untuk ...
 - A. Menghasilkan energi alternatif
 - B. Menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat bagi manusia
 - C. Menemukan planet baru yang layak huni
 - D. Menyembuhkan semua penyakit
2. Contoh bioteknologi konvensional yang menggunakan proses alami adalah ...
 - A. Kultur jaringan
 - B. Fermentasi
 - C. Rekayasa genetika
 - D. Kloning
3. Tujuan utama penggunaan bioteknologi dalam bidang pertanian adalah ...
 - A. Membuat jenis pupuk kimia baru
 - B. Meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman
 - C. Menghasilkan hewan ternak unggul
 - D. Membuat makanan lebih awet
4. Teknik pertanian yang memanfaatkan media air dengan larutan nutrisi tanpa tanah disebut ...
 - A. Hidroponik
 - B. Transfer embrio
 - C. Inseminasi buatan
 - D. Kultur jaringan
5. Produk hasil bioteknologi pangan melalui fermentasi yang kaya gizi dan mudah dicerna adalah ...
 - A. Tempe
 - B. Nasi goreng
 - C. Teh manis
 - D. Singkong rebus
6. Penerapan bioteknologi yang digunakan untuk memperbaiki kualitas genetik dan efisiensi reproduksi hewan adalah ...
 - A. Hidroponik
 - B. Fermentasi
 - C. Inseminasi buatan dan transfer embrio
 - D. Kultur jaringan
7. Peran penting bioteknologi dalam kehidupan manusia adalah ...
 - A. Meningkatkan kualitas hidup dan mendukung keberlanjutan lingkungan
 - B. Menggantikan seluruh pekerjaan manusia dengan mesin

- C. Mengurangi konsumsi energi terbarukan
- D. Menghapuskan semua teknologi tradisional

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 3

Referensi

- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2018). *Biology*. Pearson Education.
- Purwanto, Y. (2021). *Bioteknologi: Konsep dan Aplikasinya*. Penerbit Andi.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2022). *Panduan Kurikulum Merdeka untuk Mata Pelajaran IPA SMP*.
- Sutanto, S. (2019). *Dasar-dasar Bioteknologi*. Graha Ilmu.
- Situs resmi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi: <https://www.kemdikbud.go.id>
- Sutanto, S. (2019). *Dasar-dasar Bioteknologi*. Graha Ilmu.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *Agricultural Biotechnology: Meeting the Needs of a Growing Population*.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2023). *Bahan Ajar IPA SMP Kurikulum Merdeka*.
- Resmiati, S. (2020). *Teknologi Hidroponik untuk Pertanian Modern*. Penerbit Andi.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Jay, J. M. (2000). *Modern Food Microbiology*. Aspen Publishers.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2023). *Panduan Kurikulum Merdeka untuk Mata Pelajaran IPA SMP*.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *Fermented Foods in Nutrition and Health*.
- Resmiati, S. (2020). *Teknologi Fermentasi: Proses dan Aplikasi*. Penerbit Andi.
- Glick, B. R., & Pasternak, J. J. (2010). *Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA*. ASM Press.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2021). *Biotechnology in Animal Production: Enhancing Productivity and Sustainability*.
- Betteridge, K. J. (2003). *An Overview of Embryo Transfer Technology in Livestock*. The Veterinary Journal, 166(2), 95-114.
- Resmiati, S. (2020). *Teknologi Peternakan dan Produksi Hewan*. Penerbit Andi.
- Wells, D. N. (2005). *Animal Cloning: Problems and Prospects*. Revue Scientifique et Technique, 24(1), 251-264.

BAB 4:

ATOM, ION, DAN MOLEKUL

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar Kritis, Mandiri, Kreatif

Kata Kunci: Atom, Proton, Neutron, Elektron, Inti atom, Nomor atom, Nomor massa, Konfigurasi elektron, Teori Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Mekanika kuantum, Notasi atom, Isotop, Isobar, Isoton, Ikatan kovalen, Ikatan ionik, Molekul, Aturan oktet.

Tujuan Pembelajaran: Menyingkap Misteri Dasar Kehidupan

1. Menjelaskan konsep struktur atom

- ▷ Mengidentifikasi bagian utama atom (proton, neutron, elektron).
- ▷ Menjelaskan nomor atom, nomor massa, dan konfigurasi elektron.

2. Menjabarkan perkembangan teori atom

- ▷ Menjelaskan teori atom awal hingga model Bohr.
- ▷ Menguraikan model atom modern berdasarkan mekanika kuantum.

3. Menguraikan notasi atom

- ▷ Menjelaskan format notasi atom (nomor atom, nomor massa, simbol kimia).
- ▷ Mengidentifikasi isotop melalui penulisan notasi atom.

4. Membuat Membuat molekul atom

- ▷ Menjelaskan konsep ikatan kimia (kovalen dan ionik).
- ▷ Menyusun molekul sederhana berdasarkan aturan oktet.

5. Membandingkan konsep isotop, isobar, dan isoton

- ▷ Menjelaskan definisi serta contoh isotop, isobar, dan isoton.
- ▷ Membandingkan perbedaan isotop, isobar, dan isoton dalam tabel atau diagram.



F I T R I



1. Komponen Pembentuk Materi

Atom

a. Atom Menurut Democritus

Konsep tentang atom pertama kali diperkenalkan oleh seorang filsuf Yunani bernama **Democritus** (460–370 SM). Ia menyatakan bahwa semua benda di alam semesta terdiri dari partikel-partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi, yang disebut **atomos**, artinya "tidak dapat dibagi". Menurut Democritus, atom adalah partikel terkecil yang tidak bisa dipecah lebih lanjut dan menjadi penyusun utama dari segala sesuatu di alam.

Democritus berpendapat bahwa sifat-sifat benda, seperti rasa, bau, dan warna, berasal dari sifat atom-atom yang membentuknya, misalnya:

- ▷ Atom dengan permukaan kasar dan tajam menyusun benda padat seperti batu.
- ▷ Atom dengan permukaan halus menyusun benda cair seperti air.

Meskipun ide ini sangat revolusioner pada masanya, teori atom Democritus tidak berdasarkan eksperimen ilmiah, melainkan hanya hasil pemikiran filosofis. Karena itu, gagasannya tidak mendapat banyak dukungan dari para ilmuwan pada saat itu dan sempat dilupakan hingga ribuan tahun kemudian.

b. Teori Atom Dalton

Pada awal abad ke-19, seorang ilmuwan Inggris bernama **John Dalton** (1766–1844) menghidupkan kembali konsep atom dengan memberikan dasar ilmiah yang kuat. Teori atom Dalton dijelaskan dalam bukunya yang berjudul *A New System of Chemical Philosophy* pada tahun 1808. Dalton merumuskan teori tentang atom berdasarkan hasil eksperimen dan pengamatan terhadap reaksi kimia.

- ▷ Pokok-pokok Teori Atom Dalton:
 - Semua materi terdiri dari atom.
 - Atom adalah partikel terkecil yang tidak dapat dibagi, diciptakan, atau dimusnahkan.
 - Atom dari unsur yang sama identik.
 - Semua atom dari unsur yang sama memiliki massa dan sifat yang serupa, sedangkan atom dari unsur berbeda memiliki massa dan sifat yang berbeda.
 - Atom dapat bergabung untuk membentuk senyawa.
 - Senyawa terbentuk ketika dua atau lebih atom bergabung dalam perbandingan bilangan bulat yang sederhana.
 - Reaksi kimia adalah penyusunan ulang atom.
 - Atom tidak berubah selama reaksi kimia; mereka hanya diatur ulang untuk membentuk zat baru.
- ▷ Contoh Penerapan Teori Dalton:
 - Dalam air (H^2O), dua atom hidrogen selalu bergabung dengan satu atom oksigen, menunjukkan bahwa atom mengikuti aturan perbandingan tertentu.
 - Selama reaksi kimia seperti pembakaran, massa total zat sebelum dan sesudah reaksi tetap sama, mendukung teori bahwa atom tidak dapat dimusnahkan.

Meskipun teori ini sederhana, beberapa bagian teori Dalton kemudian diperbaiki dengan penemuan-penemuan baru, seperti fakta bahwa atom sebenarnya dapat dibagi lagi menjadi partikel subatomik (proton, neutron, dan elektron).

c. Teori Atom Thomson

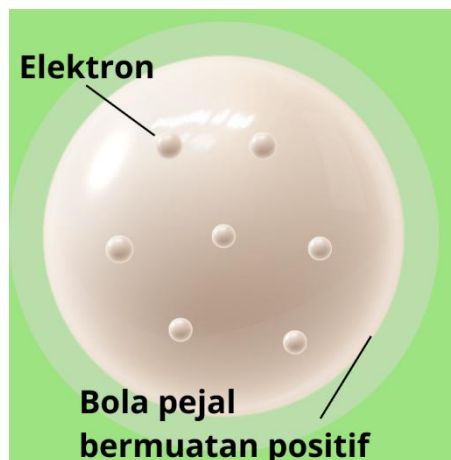
Pada tahun 1897, seorang ilmuwan Inggris bernama **J.J. Thomson** menemukan partikel bermuatan negatif dalam atom yang disebut **elektron** melalui eksperimennya dengan tabung sinar katoda. Penemuan ini mengubah pandangan bahwa atom tidak dapat dibagi lagi.

▷ **Model Atom Thomson:** sering disebut sebagai model "roti kismis" atau "puding kismis". Dalam model ini, atom digambarkan sebagai bola bermuatan positif dengan elektron yang tersebar di dalamnya seperti kismis di dalam roti.

▷ **Kontribusi Thomson:**

- Menunjukkan bahwa atom memiliki partikel subatomik (elektron).
- Menjelaskan keberadaan muatan negatif dalam atom.

Namun, model ini tidak dapat menjelaskan bagaimana elektron dan muatan positif terdistribusi secara tepat dalam atom. Penemuan lebih lanjut oleh ilmuwan lain kemudian memperbaiki model ini.



Model atom Thomson-Canva.com

d. Teori Atom Rutherford

Pada tahun 1911, **Ernest Rutherford**, seorang fisikawan dari Selandia Baru, melakukan eksperimen penting yang dikenal sebagai **hamburan sinar alfa**. Dalam eksperimen ini, Rutherford memancarkan partikel alfa ke arah lembaran emas tipis dan mengamati pola hamburan partikel tersebut.

▷ Hasil Eksperimen Rutherford:

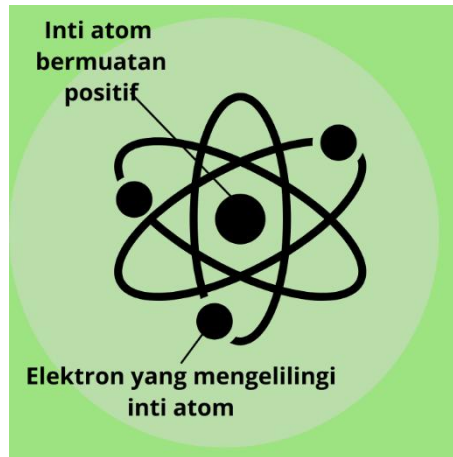
- Sebagian besar partikel alfa melewati lembaran emas tanpa hambatan, menunjukkan bahwa atom sebagian besar adalah ruang kosong.
- Beberapa partikel dipantulkan kembali, menunjukkan adanya inti kecil bermuatan positif di pusat atom.

▷ Model Atom Rutherford:

- Atom terdiri dari inti (nukleus) yang sangat kecil dan bermuatan positif.

- Elektron bergerak mengelilingi inti dalam ruang kosong.

Namun, model Rutherford tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke inti akibat gaya tarik elektrostatis. Hal ini disempurnakan oleh teori berikutnya.

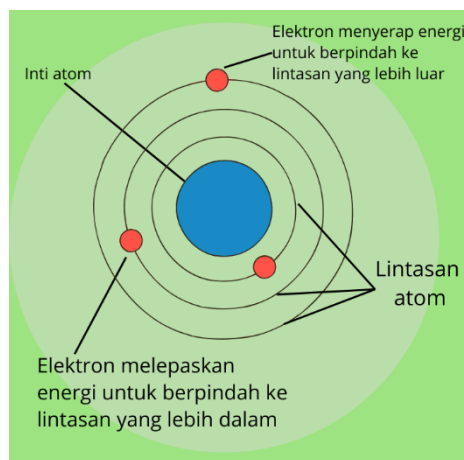


Model atpm Rutherford-Canva.com

e. Teori Atom Niels Bohr

Pada tahun 1913, seorang ilmuwan Denmark bernama **Niels Bohr** menyempurnakan model atom Rutherford dengan memperkenalkan konsep **tingkat energi diskrit**.

- ▷ Elektron bergerak mengelilingi inti pada lintasan tertentu yang disebut **kulit elektron** atau **orbit**.
- ▷ Setiap orbit memiliki tingkat energi tertentu, dan elektron tidak akan memancarkan energi selama berada di orbit tersebut.
- ▷ Elektron hanya dapat berpindah dari satu orbit ke orbit lain dengan menyerap atau memancarkan energi dalam bentuk cahaya (foton). Model ini berhasil menjelaskan spektrum cahaya yang dipancarkan oleh atom hidrogen, tetapi tidak dapat menjelaskan perilaku atom yang lebih kompleks.



Model atom Bohr-Canva.com

f. Penulisan Notasi Atom

Untuk memahami struktur atom, kita menggunakan notasi atom yang menunjukkan jumlah proton, neutron, dan elektron dalam suatu atom.

▷ Notasi Umum:



- X: Simbol unsur.
- A: Nomor massa (jumlah proton + neutron).
- Z: Nomor atom (jumlah proton).

▷ Contoh:

- Atom karbon-12: ${}^{12}_6C$, di mana A=12 dan Z=6
- Jumlah neutron dapat dihitung dengan rumus: Neutron=A-Z.

Penulisan notasi atom mempermudah penghitungan sifat dasar atom, seperti massa atom relatif dan isotop.

Tabel partikel proton, elektron dan neutron

Partikel Subatomik	Simbol	Muatan Listrik	Massa Relatif	Lokasi dalam Atom
Proton	P^+	+1 (positif)	1	Inti atom (nukleus)
Elektron	e^-	-1 (negatif)	~0	Mengelilingi inti (kulit)
Neutron	n^0	0 (netral)	1	Inti atom (nukleus)

Keterangan:

- 1) Massa Relatif: Massa elektron sangat kecil dibandingkan dengan proton dan neutron, sehingga sering dianggap mendekati nol dalam perhitungan sederhana.
- 2) Lokasi: Proton dan neutron berada di inti atom, sedangkan elektron bergerak di sekitar inti dalam lintasan tertentu.

Molekul

Molekul adalah partikel yang terbentuk ketika dua atau lebih atom bergabung secara kimia. Molekul dapat terdiri dari atom-atom dari unsur yang sama atau berbeda. Molekul-molekul ini menjadi dasar penyusun berbagai zat di alam.

a. Molekul Unsur

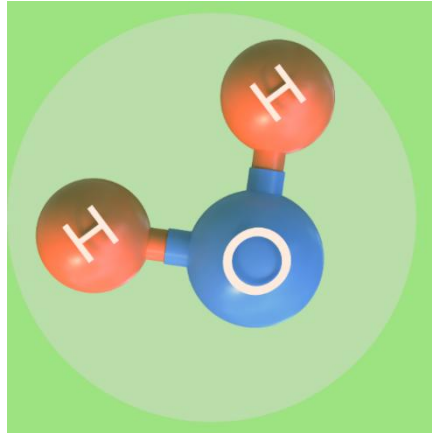
Molekul unsur adalah molekul yang terbentuk dari atom-atom dengan jenis yang sama. Molekul ini menyusun zat yang hanya terdiri dari satu jenis unsur.

- ▷ Hidrogen (**H₂**): Dua atom hidrogen bergabung membentuk molekul diatomik.
- ▷ Oksigen (**O₂**): Dua atom oksigen bergabung untuk membentuk molekul oksigen.
- ▷ Ozon (**O₃**): Tiga atom oksigen membentuk molekul ozon.

b. Molekul Senyawa

Molekul senyawa adalah molekul yang terbentuk dari gabungan atom-atom dari unsur yang berbeda melalui ikatan kimia. Molekul ini menyusun zat yang memiliki sifat baru yang berbeda dari sifat masing-masing unsur penyusunnya.

- ▷ Air (H_2O): Molekul yang terdiri dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen.
- ▷ Karbon dioksida (CO_2): Molekul yang terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen.
- ▷ Metana (CH_4): Molekul yang terdiri dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen.



Molekul H_2O -Canva.com

c. Cara Membaca Rumus Kimia Zat

Rumus kimia menunjukkan jenis dan jumlah atom dalam sebuah molekul. Setiap simbol unsur diikuti angka kecil (subskrip) yang menunjukkan jumlah atom unsur tersebut. Jika tidak ada angka, maka jumlah atom dianggap satu.

- ▷ H_2O : Terdiri dari 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen.
- ▷ NH_3 : Terdiri dari 1 atom nitrogen dan 3 atom hidrogen.
- ▷ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$: Terdiri dari 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen.

d. Cara Menghitung Jumlah Atom dalam Zat

Untuk menghitung jumlah total atom dalam sebuah molekul, kita menjumlahkan seluruh subskrip dari setiap unsur dalam rumus kimia.

- ▷ H_2O : 2 (hidrogen)+1 (oksigen)=3 atom total.
- ▷ CO_2 : 1 (karbon)+2 (oksigen)=3 atom total.
- ▷ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$: 6 (karbon)+12 (hidrogen)+6 (oksigen)=24 atom total.

Ion

Ion adalah atom atau kelompok atom yang memiliki muatan listrik karena kehilangan atau mendapatkan elektron. Ketika atom kehilangan elektron, ia menjadi bermuatan positif, sedangkan ketika atom mendapatkan elektron, ia menjadi bermuatan negatif.

a. Anion

Anion adalah partikel bermuatan negatif yang terbentuk ketika sebuah atom atau kelompok atom (molekul) mendapatkan satu atau lebih elektron tambahan. Penambahan elektron ini menyebabkan jumlah elektron dalam atom lebih banyak daripada jumlah proton, sehingga menghasilkan muatan negatif bersih. Proses pembentukan anion terjadi melalui reaksi kimia, terutama dalam ikatan ionik, di mana elektron dari atom logam (kation) ditransfer ke atom non-logam (anion).

▷ Ciri-Ciri Anion:

- Memiliki muatan negatif karena kelebihan elektron.
- Terbentuk dari unsur non-logam atau kelompok atom yang menarik elektron (misalnya klorin, oksigen).
- Banyak ditemukan dalam senyawa ionik, seperti garam.

▷ Contoh Anion:

Ion klorida (Cl^-) Terbentuk ketika atom klorin mendapatkan 1 elektron.

Atom klorin (Cl) memiliki 17 proton dan 17 elektron. Ketika menangkap 1 elektron, jumlah elektronnya menjadi 18. Ion klorida (Cl^-) memiliki:

- Proton: 17 (tidak berubah).
- Elektron: 18 (bertambah 1).
- Neutron: 18 (dihitung dari $A - Z$ di mana A adalah nomor massa dan Z adalah nomor atom).

Ion oksida (O^{2-}) Terbentuk ketika atom oksigen mendapatkan 2 elektron.

Atom oksigen (O) memiliki 8 proton dan 8 elektron. Ketika menangkap 2 elektron, jumlah elektronnya menjadi 10. Ion oksida (O^{2-}) memiliki:

- Proton: 8 (tidak berubah).
- Elektron: 10 (bertambah 2).
- Neutron: 8 (dihitung dari nomor massa dikurangi jumlah proton).

▷ Cara Mengetahui Jumlah Proton, Elektron, dan Neutron dalam Anion:

- Jumlah Proton: Nomor atom (Z) unsur.
- Jumlah Elektron: Nomor atom (Z) + jumlah muatan negatif
- Jumlah Neutron: Nomor massa (A) – nomor atom (Z)

b. Kation

Kation adalah partikel bermuatan positif yang terbentuk ketika sebuah atom atau molekul kehilangan satu atau lebih elektron. Kehilangan elektron ini menyebabkan jumlah proton dalam inti atom lebih banyak daripada jumlah elektron di sekitarnya, menghasilkan muatan positif bersih. Kation umumnya terbentuk dari unsur-unsur logam dalam tabel periodik, yang memiliki kecenderungan untuk melepaskan elektron dari kulit terluarnya. Selain itu, molekul atau gugus atom tertentu juga dapat membentuk kation melalui proses ionisasi.

Kation terbentuk ketika atom atau molekul kehilangan elektron, menghasilkan partikel bermuatan positif. Biasanya terbentuk dari unsur logam atau molekul poliatomik seperti amonium (NH_4^+). Kation berperan dalam ikatan ionik, di mana atom logam menyerahkan elektron kepada atom non-logam.

▷ Contoh Kation:

- **Ion kalsium (Ca^{2+}):** Terbentuk ketika atom kalsium kehilangan 2 elektron.
- **Ion natrium (Na^+)** Terbentuk ketika atom natrium kehilangan 1 elektron.

▷ Cara Mengetahui Jumlah Proton, Elektron, dan Neutron dalam Kation:

- Jumlah Proton: Nomor atom (Z) unsur.
- Jumlah Elektron: Nomor atom (Z) - jumlah muatan positif.
- Jumlah Neutron: Nomor massa (A) – nomor atom (Z).

Tabel contoh Anion dan Kation

Jenis Ion	Nama Ion	Simbol Ion
Anion	Ion Sulfida	S^{2-}
Anion	Ion Nitrit	NO_2^-
Anion	Ion Fosfat	PO_4^{3-}
Kation	Ion Kalsium	Ca^{2+}
Kation	Ion Aluminium	Al^{3+}
Kation	Ion Besi(III)	Fe^{3+}

c. Peran Ion dalam Kehidupan Sehari-hari

Ion memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Dalam tubuh, ion natrium (Na^+) dan kalium (K^+) berfungsi untuk menjaga kerja saraf serta otot, sedangkan ion kalsium (Ca^{2+}) berperan dalam pembentukan tulang dan proses pembekuan darah. Dalam reaksi kimia, ion-ion berperan dalam pembentukan larutan elektrolit yang dapat menghantarkan listrik, misalnya larutan garam (NaCl). Sementara itu, dalam bidang teknologi, ion litium (Li^+) dimanfaatkan dalam baterai litium-ion yang menjadi sumber energi utama bagi berbagai perangkat elektronik modern.



Garam dapur NaCl -Canva.com

Contoh Soal

Siapaakah tokoh yang pertama kali memperkenalkan konsep atom sebagai partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi, dan bagaimana ia menggambarkan atom tersebut?

Jawaban Benar: Democritus – atom adalah partikel terkecil yang tidak dapat dibagi lagi, ada yang kasar atau halus.

Pembahasan:

Democritus (460–370 SM) adalah filsuf Yunani yang memperkenalkan konsep atom pertama kali. Ia menyatakan bahwa semua benda terdiri dari partikel kecil yang tidak dapat dibagi lagi, disebut atomos. Misalnya, atom kasar dan tajam menyusun benda padat, sedangkan atom halus menyusun benda cair.

Dalton kemudian memperkuat teori atom dengan dasar ilmiah, sementara Thomson menemukan elektron dan mengajukan model roti kismis..



Fakta Menarik

Tubuh Kita Adalah "Listrik Hidup"

Setiap detak jantung dan gerakan otot kita dikendalikan oleh aliran ion Na^+ dan K^+ . Tanpa ion-ion ini, saraf tidak bisa mengirim sinyal, dan manusia tidak bisa hidup.





2. Isotop, Isobar, Isoton

Atom-atom dari berbagai unsur dapat memiliki perbedaan atau kesamaan dalam jumlah proton, neutron, atau massa atomnya. Berdasarkan perbedaan atau kesamaan ini, atom dapat diklasifikasikan sebagai isotop, isobar, dan isoton.

Isotop

Isotop adalah atom-atom dari unsur yang sama (memiliki jumlah proton yang sama) tetapi memiliki jumlah neutron yang berbeda, sehingga nomor massa berbeda. Isotop memiliki sifat kimia yang hampir sama karena jumlah proton dan elektron sama, tetapi sifat fisiknya bisa berbeda.

Contoh Isotop:

a. Hidrogen:

- ▷ Protium (${}^1_1H$): Tidak memiliki neutron.
- ▷ Deuterium (${}^2_1H$): Memiliki 1 neutron.
- ▷ Tritium (${}^3_1H$): Memiliki 2 neutron.

b. Karbon:

- ▷ ${}^{12}_6C$: Memiliki 6 neutron.
- ▷ ${}^{13}_6C$: Memiliki 7 neutron.
- ▷ ${}^{14}_6C$: Memiliki 8 neutron (radioaktif).

Isobar

Isobar adalah atom-atom dari unsur yang berbeda tetapi memiliki **nomor massa yang sama**. Meskipun memiliki nomor massa sama, jumlah proton dan neutron dalam atom-atom tersebut berbeda.

Contoh Isobar:

a. Karbon-14 (${}^{14}_6C$) dan Nitrogen-14 (${}^{14}_7N$):

- ▷ Karbon-14 memiliki 6 proton dan 8 neutron.
- ▷ Nitrogen-14 memiliki 7 proton dan 7 neutron.

b. Kalium-40 (${}^{40}_{19}K$) dan Kalsium-40 (${}^{40}_{20}Ca$):

- ▷ Kalium-40 memiliki 19 proton dan 21 neutron.
- ▷ Kalsium-40 memiliki 20 proton dan 20 neutron.

Isoton

Isoton adalah atom-atom dari unsur yang berbeda tetapi memiliki **jumlah neutron yang sama**. Jumlah proton dan nomor massa atom-atom ini berbeda.

Contoh Isoton:

a. Karbon-14 (${}^{14}_6C$) dan Nitrogen-15 (${}^{15}_7N$):

- ▷ Karbon-14 memiliki 6 proton dan 8 neutron.
- ▷ Nitrogen-15 memiliki 7 proton dan 8 neutron.

b. Oksigen-18 ($^{18}_8\text{O}$) dan Fluorin-19 ($^{19}_9\text{F}$):

- ▷ Oksigen-18 memiliki 8 proton dan 10 neutron.
- ▷ Fluorin-19 memiliki 9 proton dan 10 neutron.

Contoh Soal

Manakah pernyataan yang benar mengenai isotop karbon-12, karbon-13, dan karbon-14?

- A. Jumlah proton berbeda, jumlah neutron sama
- B. Jumlah proton sama, jumlah neutron berbeda
- C. Jumlah proton dan neutron sama
- D. Jumlah proton dan massa atom berbeda

Jawaban Benar: B. Jumlah proton sama, jumlah neutron berbeda

Pembahasan:

Isotop adalah atom dari unsur yang sama sehingga jumlah protonnya pasti sama. Pada karbon-12, karbon-13, dan karbon-14, semuanya memiliki 6 proton karena berasal dari unsur karbon. Perbedaannya terletak pada jumlah neutron, yaitu 6 neutron pada C-12, 7 neutron pada C-13, dan 8 neutron pada C-14. Perbedaan jumlah neutron inilah yang menyebabkan nomor massanya berbeda, namun sifat kimianya tetap mirip.



Rangkuman

1) Atom:

- ▷ Atom adalah partikel terkecil penyusun materi yang diperkenalkan pertama kali oleh Democritus dan diperjelas melalui teori-teori ilmiah seperti teori Dalton, Thomson, Rutherford, dan Niels Bohr.
- ▷ Penulisan notasi atom mempermudah pemahaman tentang struktur atom, termasuk jumlah proton, neutron, dan elektron.

2) Molekul:

- ▷ Molekul adalah gabungan dua atau lebih atom, yang dapat berupa molekul unsur (atom sejenis) atau molekul senyawa (atom berbeda jenis).
- ▷ Pemahaman rumus kimia penting untuk menghitung jumlah atom dalam suatu molekul.

3) Ion:

- ▷ Ion terbentuk akibat perpindahan elektron, menghasilkan partikel bermuatan positif (kation) atau negatif (anion).
- ▷ Ion memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam reaksi kimia, biologi, dan teknologi.

4) Isotop, Isobar, Isoton:

- ▷ Isotop adalah atom dengan jumlah proton sama tetapi jumlah neutron berbeda.
- ▷ Isobar adalah atom dengan nomor massa sama tetapi jumlah proton berbeda.
- ▷ Isoton adalah atom dengan jumlah neutron sama tetapi jumlah proton berbeda.

Latihan Soal

1. Siapa yang pertama kali memperkenalkan konsep atom?
 - A. John Dalton
 - B. Niels Bohr
 - C. Democritus
 - D. J.J. Thomson
2. Model atom yang menggambarkan elektron bergerak mengelilingi inti dalam lintasan tertentu dikemukakan oleh...
 - A. Rutherford
 - B. Niels Bohr
 - C. J.J. Thomson
 - D. Dalton
3. Molekul yang tersusun dari dua atau lebih atom sejenis disebut...
 - A. Molekul senyawa
 - B. Molekul campuran
 - C. Molekul unsur
 - D. Molekul heterogen
4. Perubahan jumlah elektron pada suatu atom dapat menghasilkan partikel bermuatan yang disebut...
 - A. Atom netral
 - B. Ion
 - C. Molekul
 - D. Isotop
5. Atom dengan jumlah proton sama tetapi jumlah neutron berbeda disebut...
 - A. Isobar
 - B. Isotop
 - C. Isoton
 - D. Ion
6. Atom A memiliki nomor massa 40 dan nomor atom 20, sedangkan atom B memiliki nomor massa 40 dan nomor atom 18. Kedua atom tersebut termasuk...
 - A. Isotop
 - B. Isoton
 - C. Isobar
 - D. Ion

7. Atom X memiliki 10 proton dan 12 neutron, sedangkan atom Y memiliki 11 proton dan 11 neutron. Apa hubungan X dan Y?
- A. Isobar
 - B. Isotop
 - C. Isoton
 - D. Ion

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 4

Referensi

Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Chemistry*. McGraw-Hill Education.

Silberberg, M. S. (2017). *Principles of General Chemistry*. McGraw-Hill Education.

Brady, J. E., & Humiston, G. E. (2006). *General Chemistry: Principles and Structure*. Wiley.

Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson.

Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Kemdikbud. (2022). *Buku Teks Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX - Kurikulum Merdeka*.



BAB 5:

ZAT ADIKTIF DAN PSIKOTROPIKA

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar Kritis, Mandiri, Peduli

Kata Kunci: Zat adiktif, Psikotropika, Narkotika, Rokok, Alkohol, Kafein, Nikotin, Obat-obatan terlarang, Karakteristik zat adiktif, Dampak jangka pendek, Dampak jangka panjang, Kesehatan fisik, Kesehatan mental, Sosial, Ekonomi, Pencegahan, Kesadaran, Ketergantungan, Penyalahgunaan

Tujuan Pembelajaran: Mengidentifikasi Jenis-Jenis Zat Adiktif dan Psikotropika Beserta Kandungannya

1. Memahami Definisi Zat Adiktif

- ▷ Mampu menjelaskan arti dan konsep zat adiktif secara jelas.
- ▷ Memahami karakteristik utama dari zat adiktif.

2. Mengidentifikasi Jenis-Jenis Zat Adiktif

- ▷ Mengenali berbagai macam zat adiktif yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.
- ▷ Mengetahui perbedaan antara jenis zat adiktif berdasarkan sifat dan efeknya.

3. Menganalisis Dampak Penggunaan Zat Adiktif

- ▷ Memahami efek samping atau konsekuensi yang timbul akibat penggunaan zat adiktif.
- ▷ Menganalisis dampak jangka pendek dan jangka panjang dari zat adiktif.

4. Mencontohkan Berbagai Zat Adiktif

- ▷ Dapat menyebutkan contoh-contoh zat adiktif yang umum ditemukan.
- ▷ Memberikan gambaran nyata dari zat adiktif di lingkungan sekitar.

5. Memahami Dampak Negatif Zat Adiktif dan Psikotropika

- ▷ Menguraikan bahaya penggunaan zat adiktif dan psikotropika terhadap kesehatan fisik dan mental.
- ▷ Menjelaskan pengaruh negatif zat tersebut terhadap kehidupan sosial dan ekonomi individu.

6. Mengidentifikasi Cara Mencegah Penggunaan Zat Adiktif dan Psikotropika

- ▷ Menyebutkan langkah-langkah preventif agar tidak terjerumus pada penggunaan zat adiktif.
- ▷ Mengembangkan strategi untuk membangun kesadaran akan bahaya zat psikotropika.



F I T R I



1. Definisi Zat Adiktif

Zat adiktif adalah bahan atau senyawa kimia yang memiliki potensi untuk menyebabkan ketergantungan, baik secara fisik maupun psikologis, pada penggunaannya. Ketergantungan ini terjadi karena zat tersebut memengaruhi sistem saraf pusat, menghasilkan efek tertentu seperti perasaan tenang, euforia, peningkatan energi, atau bahkan pengurangan rasa sakit.

a. Dampak Konsumsi Zat Adiktif:

Menyebabkan otak "belajar" untuk mengasosiasikan konsumsi zat tersebut dengan kenyamanan atau kepuasan, sehingga menimbulkan keinginan kuat untuk menggunakannya kembali. Dalam jangka panjang, penggunaan zat adiktif dapat mengubah struktur dan fungsi otak, menyebabkan ketergantungan yang sulit dihentikan tanpa intervensi medis atau psikologis hingga gangguan organ tubuh seperti paru-paru, hati, atau otak, hingga gangguan psikologis seperti kecemasan, depresi, atau perubahan perilaku yang ekstrem.

b. Bentuk Zat Adiktif:

Zat adiktif memiliki berbagai bentuk, mulai dari yang umum ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti nikotin dalam rokok, kafein dalam kopi, atau alkohol dalam minuman keras, hingga zat yang lebih berbahaya seperti narkoba dan psikotropika.

Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang zat adiktif sangat penting untuk mencegah penyalahgunaan, khususnya di kalangan generasi muda yang rentan terhadap pengaruh lingkungan dan tekanan sosial. Dengan pendekatan edukasi, dukungan keluarga, serta regulasi pemerintah yang ketat, risiko dari penggunaan zat adiktif dapat diminimalkan secara signifikan.



Merokok dapat mempercepat kematian-Canva.com

Contoh Soal

Apa yang menyebabkan seseorang mengalami ketergantungan terhadap zat adiktif?

Jawaban benar: Karena zat adiktif memengaruhi sistem saraf pusat dan membuat otak mengasosiasikan konsumsi zat tersebut dengan kenyamanan atau kepuasan.

Pembahasan:

Zat adiktif bekerja dengan memengaruhi sistem saraf pusat sehingga memberikan efek tertentu, seperti rasa tenang, euforia, atau pengurangan rasa sakit. Otak kemudian "belajar" untuk mengaitkan konsumsi zat ini dengan perasaan nyaman, sehingga timbul keinginan kuat untuk menggunakannya kembali. Jika digunakan terus-menerus, hal ini dapat mengakibatkan ketergantungan baik secara fisik maupun psikologis.



2. Ragam Zat Pemicu Ketergantungan

Zat adiktif dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok utama: zat adiktif non-narkotika dan non-psikotropika, zat narkotika, dan zat psikotropika.

Zat Adiktif Non-Narkotika dan Non-Psikotropika



Jenis-jenis zat adiktif – Shutterstock.com.2596049995

Jenis ini banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan sering dianggap "biasa". Namun, penggunaannya dalam jangka panjang tetap memiliki risiko kesehatan.

a. Rokok

Rokok merupakan produk tembakau yang mengandung lebih dari 4.000 bahan kimia, di mana setidaknya 250 di antaranya diketahui berbahaya bagi kesehatan. Rokok tidak hanya berdampak buruk bagi pengguna, tetapi juga bagi perokok pasif yang menghirup asap rokok.

▷ Kandungan berbahaya utama dalam rokok meliputi:

- Nikotin: Zat yang menyebabkan ketergantungan. Nikotin memengaruhi sistem saraf, meningkatkan denyut jantung, dan tekanan darah. Pengguna rokok sering kali mengalami kesulitan berhenti karena nikotin menciptakan efek "rasa nyaman" yang membuat otak ketagihan.
- Tar: Zat beracun yang menumpuk di paru-paru, menyebabkan iritasi dan berkontribusi pada risiko kanker paru-paru.
- Karbon Monoksida: Gas beracun yang menggantikan oksigen dalam darah, mengakibatkan kerusakan organ tubuh karena kekurangan oksigen.
- Amonia: Zat kimia yang memperkuat efek nikotin sehingga meningkatkan kecanduan.

▷ Rokok dan Bahaya bagi Perokok Pasif

Rokok adalah salah satu zat adiktif yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Bahayanya tidak hanya mengancam kesehatan perokok aktif, tetapi juga berdampak serius pada orang-orang di sekitarnya yang terpapar asap rokok, atau yang dikenal sebagai perokok pasif. Perokok pasif

adalah individu yang menghirup asap rokok dari lingkungan sekitar tanpa sengaja, baik dari asap yang diembuskan oleh perokok (asap utama) maupun asap yang keluar dari ujung rokok yang menyala (asap samping).

Asap rokok mengandung lebih dari 7.000 bahan kimia, di mana setidaknya 70 di antaranya diketahui bersifat karsinogenik (penyebab kanker). Kandungan berbahaya ini, seperti nikotin, karbon monoksida, dan formaldehida, juga terhirup oleh perokok pasif. Bahkan, asap samping dianggap lebih berbahaya daripada asap yang dihirup langsung oleh perokok karena tidak melalui filter pada rokok. Berikut beberapa bahaya bagi perokok pasif:

- Gangguan Pernapasan

Perokok pasif lebih rentan terhadap gangguan pernapasan seperti asma, bronkitis, dan infeksi saluran pernapasan, terutama pada anak-anak yang terpapar asap rokok secara terus-menerus.

- Penyakit Kardiovaskular

Paparan asap rokok dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan pembuluh darah, bahkan pada orang yang tidak merokok. Kandungan karbon monoksida dalam asap rokok mengurangi kemampuan darah untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh.

- Kanker Paru-Paru

Perokok pasif juga memiliki risiko tinggi terkena kanker paru-paru. Menurut penelitian, paparan jangka panjang terhadap asap rokok meningkatkan risiko kanker paru-paru hingga 20–30%.

- Bahaya pada Anak dan Ibu Hamil

Anak-anak dari perokok lebih sering mengalami infeksi telinga, asma, hingga keterlambatan perkembangan kognitif akibat paparan zat kimia berbahaya. Pada ibu hamil, paparan asap rokok dapat meningkatkan risiko bayi lahir prematur, berat badan lahir rendah, hingga keguguran.

b. Rokok Elektrik (Vape)

Rokok elektrik (vape) adalah perangkat yang bekerja dengan memanaskan cairan khusus (liquid) untuk menghasilkan uap yang dihirup oleh pengguna. Meskipun sering dipromosikan sebagai alternatif "lebih aman" dibandingkan rokok konvensional, vape tetap mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan seperti, gangguan pernapasan, kerusakan paru-paru, dan kecanduan nikotin yang sulit dihentikan.

Berikut beberapa contoh kandungan yang terdapat pada rokok elektrik:

- ▷ Diacetyl: Senyawa yang memberikan rasa pada cairan vape, tetapi diketahui dapat menyebabkan penyakit paru-paru seperti "popcorn lung" (kerusakan saluran udara kecil di paru-paru).
- ▷ Formaldehida: Zat kimia yang terbentuk saat cairan vape dipanaskan pada suhu tinggi, diketahui bersifat karsinogenik (penyebab kanker).
- ▷ Logam Berat: Uap vape dapat mengandung partikel logam berat seperti timbal, nikel, dan kromium, yang berbahaya bagi paru-paru.
- ▷ Nikotin Cair: Kandungan nikotin dalam vape sering kali lebih tinggi dibandingkan rokok biasa, meningkatkan risiko kecanduan.

Vape dan rokok konvensional memiliki beberapa persamaan dalam hal risiko kesehatan dan efek terhadap tubuh, meskipun mekanisme penggunaannya berbeda.

c. Minuman Keras (Alkohol)

Minuman keras mengandung etanol atau alkohol etil, senyawa psikoaktif yang memengaruhi otak dan tubuh. Dalam konsentrasi tinggi, alkohol dapat menyebabkan gangguan fungsi organ tubuh.

Tabel Perbedaan rokok konvensional dan rokok elektrik (Vape)

NO	Aspek	Rokok Konvensional	Rokok Elektrik (Vape)
1	Bahan Utama	Tembakau yang dibakar	Cairan yang dipanaskan (liquid)
2	Cara Penggunaan	Dihirup langsung dari pembakaran tembakau	Dihirup melalui uap dari pemanasan cairan
3	Kandungan Nikotin	Mengandung nikotin dalam kadar tetap	Mengandung nikotin dengan kadar yang dapat disesuaikan
4	Zat Berbahaya Lain	Tar, karbon monoksida, formaldehida	Diacetyl, formaldehida, logam berat
5	Jenis Asap/Uap	Asap hasil pembakaran	Aerosol/uap hasil pemanasan
6	Risiko Kesehatan	Risiko tinggi terhadap paru-paru, jantung, dan kanker	Risiko pada paru-paru, jantung, dan ketergantungan
7	Risiko Perokok Pasif	Tinggi, asap mengandung partikel berbahaya	Ada, namun lebih rendah dibandingkan asap rokok konvensional

▷ Kandungan berbahaya dalam minuman keras:

- Etanol: Zat yang menyebabkan perubahan pada sistem saraf pusat, memengaruhi koordinasi, kesadaran, dan emosi. Konsumsi berlebihan dapat merusak hati (sirosis), pankreas, dan otak.
- Fusel Oils: Senyawa kimia yang terbentuk selama fermentasi alkohol, dapat menyebabkan mual, sakit kepala, dan efek beracun pada tubuh.
- Pengawet Kimia: Dalam beberapa produk alkohol komersial, pengawet kimia dapat menimbulkan efek alergi atau keracunan.

▷ Golongan Alkohol Berdasarkan Kadar ABV

Minuman keras juga memiliki dampak sosial, seperti meningkatkan risiko kecelakaan, kekerasan, dan masalah hubungan sosial. Minuman keras adalah minuman yang mengandung etanol, sejenis senyawa kimia yang bersifat psikoaktif dan dapat menyebabkan ketergantungan. Alkohol dalam minuman keras diklasifikasikan berdasarkan kadar alkoholnya (Alcohol by Volume/ABV) dan dampaknya pada tubuh. Berikut adalah penjelasan golongan alkohol dan akibat yang ditimbulkannya:

- Golongan A (Kadar Alkohol $\leq 5\%$)

Minuman dengan kadar alkohol rendah, seperti bir dan cider. Konsumsi berlebihan dapat menyebabkan rasa kantuk, koordinasi terganggu, dan pusing. Dalam jangka panjang, bir juga dapat menyebabkan penumpukan lemak di hati (*fatty liver*).

- Golongan B (Kadar Alkohol 5–20%)

Minuman dengan kadar alkohol sedang, seperti wine dan sake. Efek yang ditimbulkan adalah meningkatkan risiko mabuk lebih cepat dibandingkan golongan A. Konsumsi berlebihan dapat menyebabkan kerusakan liver, gangguan sistem saraf pusat, dan masalah pencernaan seperti gastritis.

- Golongan C (Kadar Alkohol $\geq 20\%$)

Minuman dengan kadar alkohol tinggi, seperti vodka, whiskey, rum, dan arak.

d. Teh

Teh adalah minuman yang mengandung kafein dalam jumlah kecil. Meski teh memiliki banyak manfaat, seperti antioksidan, konsumsi yang tidak terkontrol tetap berisiko bagi kesehatan. Kafein dapat menyebabkan efek ketergantungan. Kandungan yang perlu diwaspadai dalam teh meliputi:

▷ Kandungan dalam Teh

- **Kafein**

Teh mengandung kafein dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan kopi, tetapi tetap memiliki efek stimulan. Kafein membantu meningkatkan fokus dan kewaspadaan, tetapi konsumsi berlebihan dapat menyebabkan gangguan tidur, kecemasan, dan peningkatan detak jantung.

- **Tanin**

Tanin adalah senyawa polifenol yang memberikan rasa pahit pada teh. Tanin memiliki sifat antioksidan, tetapi juga dapat menghambat penyerapan zat besi dalam tubuh jika teh dikonsumsi bersamaan dengan makanan kaya zat besi.

- **L-theanine**

Asam amino unik yang ditemukan dalam teh ini membantu meningkatkan relaksasi dan mengurangi stres tanpa menyebabkan rasa kantuk. Kombinasi L-theanine dengan kafein juga dapat meningkatkan konsentrasi.

- **Katekin**

Katekin adalah antioksidan kuat yang membantu melawan radikal bebas dalam tubuh, melindungi sel-sel dari kerusakan, dan mendukung kesehatan jantung. Teh hijau biasanya memiliki kandungan katekin lebih tinggi dibandingkan teh hitam.

- **Fluorida**

Teh mengandung fluorida alami yang bermanfaat untuk kesehatan gigi. Namun, kadar fluorida yang terlalu tinggi dapat menyebabkan keracunan fluorida (*fluorosis*), terutama jika teh dikonsumsi secara berlebihan.

▷ Hal-Hal yang Harus Dihindari Saat Minum Teh

- Mengonsumsi Teh Saat Perut Kosong

Minum teh saat perut kosong dapat menyebabkan iritasi lambung akibat kandungan tanin yang meningkatkan produksi asam lambung. Hal ini dapat menyebabkan rasa mual atau nyeri perut.

- Minum Teh Bersamaan dengan Makanan Kaya Zat Besi

Tanin dalam teh dapat mengikat zat besi dari makanan, menghambat penyerapannya dalam tubuh. Oleh karena itu, hindari minum teh langsung setelah makan, terutama jika makanan tersebut kaya zat besi, seperti daging merah atau sayuran hijau.

- Menambahkan Gula Berlebihan

Menambahkan gula terlalu banyak ke dalam teh dapat mengurangi manfaat kesehatannya dan meningkatkan risiko gangguan metabolik seperti obesitas atau diabetes.

- Mengonsumsi Teh Berlebihan

Mengonsumsi teh lebih dari 3–4 cangkir sehari dapat menyebabkan efek samping seperti kecemasan, gangguan tidur, atau keracunan fluorida. Batasi konsumsi untuk menjaga keseimbangan.

- Minum Teh yang Terlalu Panas

Minuman dengan suhu terlalu panas ($>60^{\circ}\text{C}$) dapat merusak jaringan mukosa di mulut dan tenggorokan, serta meningkatkan risiko kanker esofagus. Sebaiknya, tunggu hingga teh mencapai suhu yang nyaman sebelum diminum.

- Menggunakan Wadah Plastik untuk Menyeduh Teh

Hindari menggunakan wadah plastik saat menyeduh teh, terutama jika terkena air panas, karena dapat melepaskan senyawa kimia berbahaya ke dalam minuman.

e. Kopi

Kopi adalah salah satu minuman paling populer di dunia yang mengandung kafein dalam konsentrasi tinggi. Kandungan dalam kopi yang dapat berdampak buruk meliputi:

- ▷ Kafein: Zat stimulan utama dalam kopi yang merangsang sistem saraf. Kafein dapat menyebabkan detak jantung meningkat, tekanan darah naik, dan insomnia jika dikonsumsi berlebihan.
- ▷ Asam Klorogenat: Senyawa antioksidan yang, dalam jumlah berlebihan, dapat menyebabkan gangguan pencernaan.
- ▷ Akrilamida: Senyawa yang terbentuk selama proses pemanggangan biji kopi, diketahui memiliki sifat karsinogenik jika dikonsumsi dalam jumlah besar.

Konsumsi kopi yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan kronis, peningkatan risiko gangguan jantung, dan ketergantungan pada kafein untuk meningkatkan energi.



Kopi hitam-Canva.com

Zat Adiktif Narkotika

Narkotika adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman maupun bahan sintesis yang dapat mengubah kesadaran, mengurangi rasa sakit, dan menyebabkan euforia. Dalam konteks hukum, narkotika dikelompokkan sebagai zat yang penggunaannya sangat diatur karena berisiko tinggi menyebabkan ketergantungan serta membahayakan kesehatan fisik dan mental.

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2009 tentang Narkotika, narkotika dikelompokkan menjadi tiga golongan berdasarkan tingkat risiko ketergantungan dan manfaatnya dalam dunia medis. Pengelompokan ini bertujuan untuk memberikan panduan dalam pengawasan, penggunaan, dan penanganan penyalahgunaan narkotika.

a. Golongan Golongan Narkotika berdasarkan UU RI No. 35 Tahun 2009:

▷ Golongan I

Narkotika golongan I adalah jenis narkotika yang sangat berpotensi menyebabkan ketergantungan tinggi dan tidak memiliki manfaat medis yang diakui secara legal di Indonesia. Jenis narkotika ini dilarang untuk tujuan pengobatan atau penelitian tanpa izin khusus.

- Contoh:

- 1) Heroin
- 2) Kokain
- 3) Ganja
- 4) LSD (Lysergic Acid Diethylamide)
- 5) Sabu-sabu (Methamphetamine)

- Risiko:

- 1) Ketergantungan yang sangat tinggi, bahkan setelah penggunaan dalam jangka pendek.
- 2) Dampak buruk bagi kesehatan fisik dan mental, seperti kerusakan otak, gangguan organ, dan risiko overdosis yang dapat berujung pada kematian.

- Pengawasan:

Penggunaan, produksi, dan distribusi narkotika golongan I diawasi secara ketat dan hanya dapat dilakukan untuk kepentingan penelitian dengan izin resmi dari pemerintah.

▷ Golongan II

Narkotika golongan II adalah jenis narkotika yang memiliki potensi ketergantungan tinggi tetapi dapat digunakan dalam dunia medis dengan pengawasan ketat. Biasanya digunakan untuk pengobatan nyeri berat atau sebagai anestesi.

- Contoh:

- 1) Morfin
- 2) Petidin
- 3) Fentanil

- Risiko:

- 1) Potensi ketergantungan tinggi jika digunakan di luar pengawasan medis.
- 2) Dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh seperti hati dan otak jika disalahgunakan.

- Pengawasan:

Penggunaan narkotika golongan II hanya diperbolehkan untuk keperluan medis dengan resep dokter dan diawasi oleh lembaga terkait.

▷ Golongan III

Narkotika golongan III memiliki potensi ketergantungan yang lebih rendah dibandingkan golongan I dan II. Biasanya digunakan dalam dunia medis untuk pengobatan dan terapi tertentu.

- Contoh:

1. Kodein

2. Buprenorfin

- Risiko:

Meski potensi ketergantungan lebih rendah, penyalahgunaannya tetap dapat menyebabkan kecanduan dan efek samping seperti gangguan pencernaan, penurunan kesadaran, dan kerusakan hati.

- Pengawasan:

Penggunaan narkotika golongan III lebih longgar dibandingkan golongan I dan II, tetapi tetap memerlukan pengawasan medis untuk mencegah penyalahgunaan.

b. Dampak Penggunaan Narkotika

Penggunaan narkotika tanpa pengawasan medis dapat menimbulkan berbagai dampak serius, di antaranya:

- ▷ Kerusakan organ tubuh, seperti hati dan paru-paru.
- ▷ Gangguan fungsi otak, termasuk kerusakan sistem saraf pusat.
- ▷ Ketergantungan berat yang mengarah pada perubahan perilaku, seperti kecenderungan melakukan tindak kriminal untuk memperoleh narkotika.
- ▷ Risiko kematian akibat overdosis.

Zat Adiktif Psikotropika

Psikotropika adalah zat kimia yang memengaruhi fungsi otak, termasuk suasana hati, kesadaran, dan perilaku. Dalam dunia medis, psikotropika digunakan untuk mengobati gangguan mental seperti depresi dan kecemasan. Namun, penyalahgunaannya dapat menimbulkan efek berbahaya yang berdampak pada kesehatan fisik dan mental.

a. Contoh Zat Psikotropika

▷ Amfetamin

Amfetamin adalah zat stimulan yang bekerja dengan meningkatkan aktivitas sistem saraf pusat. Kandungan utama amfetamin meningkatkan kadar dopamin, menyebabkan peningkatan energi, fokus, dan euforia. Namun, penyalahgunaannya dapat menyebabkan paranoia, kerusakan otak, dan risiko serangan jantung.

▷ Ekstasi (MDMA)

Ekstasi adalah zat sintetis yang memberikan efek stimulan sekaligus halusinogen. Kandungan utama ekstasi meningkatkan kadar serotonin di otak, memberikan perasaan bahagia. Namun, efek

sampingnya meliputi dehidrasi parah, peningkatan suhu tubuh, hingga kerusakan organ seperti ginjal dan hati.

▷ Sabu-Sabu (Methamphetamine)

Methamphetamine adalah zat psikotropika dengan efek stimulan yang sangat kuat. Kandungannya meningkatkan produksi dopamin secara berlebihan, menyebabkan euforia intens. Efek negatifnya meliputi kerusakan permanen pada sistem saraf, kehilangan berat badan ekstrem, dan gangguan mental seperti depresi berat.

b. Berbagai Macam Efek Psikotropika

Psikotropika memberikan berbagai efek, tergantung pada jenis dan dosisnya:

- ▷ Euforia: Perasaan bahagia berlebihan yang sering membuat pengguna mengabaikan risiko bahaya.
- ▷ Halusinasi: Persepsi palsu yang membuat pengguna melihat, mendengar, atau merasakan sesuatu yang tidak nyata.
- ▷ Kecemasan dan Depresi: Efek samping jangka panjang dari penggunaan psikotropika adalah gangguan suasana hati, yang sering kali berujung pada depresi.
- ▷ Ketergantungan: Ketergantungan psikotropika menyebabkan pengguna sulit berhenti meski menyadari dampak buruknya.



Depresi merupakan efek yang terjadi dari penggunaan psikotropika-Canva

c. Golongan Zat adiktif Psikotropika

Berdasarkan UU RI No. 5 Tahun 1997, psikotropika dikelompokkan menjadi empat golongan berdasarkan potensi ketergantungan dan manfaat medisnya. Golongan I adalah psikotropika dengan potensi ketergantungan sangat tinggi dan tidak memiliki manfaat medis. Contohnya LSD (Lysergic Acid Diethylamide) dan MDMA (ekstasi), yang penggunaannya dilarang kecuali untuk penelitian dengan izin khusus. Golongan II memiliki potensi ketergantungan tinggi, tetapi memiliki manfaat medis terbatas. Contohnya amfetamin dan fenetilin, yang dapat digunakan untuk pengobatan tertentu dengan pengawasan ketat. Golongan III merupakan psikotropika dengan potensi ketergantungan sedang dan manfaat medis yang lebih luas, seperti buprenorfin dan luminal, yang digunakan dalam dunia medis untuk pengobatan gangguan tidur. Golongan IV memiliki potensi ketergantungan rendah dan manfaat medis yang luas. Contohnya diazepam dan nitrazepam, yang umumnya digunakan untuk mengatasi kecemasan, insomnia, atau sebagai obat penenang.

Contoh Soal

Berdasarkan UU RI No. 35 Tahun 2009, narkotika golongan I memiliki ciri utama berupa...

Jawaban benar: Memiliki potensi ketergantungan sangat tinggi dan tidak memiliki manfaat medis yang diakui secara legal

Pembahasan:

Narkotika golongan I adalah narkotika yang sangat berpotensi menyebabkan ketergantungan tinggi dan tidak memiliki manfaat medis yang diakui secara legal di Indonesia. Contoh narkotika golongan I antara lain heroin, kokain, ganja, LSD, dan sabu-sabu. Penggunaannya dilarang keras untuk tujuan pengobatan, kecuali untuk penelitian dengan izin khusus dari pemerintah.



Fakta Menarik

Kombinasi Kafein + L-theanine di Teh = "Super Fokus Tanpa Gelisah"

Teh unik karena mengandung L-theanine, asam amino yang meningkatkan rasa tenang tanpa membuat ngantuk. Ketika dikombinasikan dengan kafein, teh bisa meningkatkan fokus dan konsentrasi lebih stabil dibanding kopi, tanpa efek gelisah yang sering dialami peminum kopi.



Teh – Shutterstock.com.2497705971



3. Mencegah Pengaruh Buruk Zat Adiktif dan Psikotropika

Menghindari pengaruh zat adiktif dan psikotropika adalah langkah penting untuk menjaga kesehatan fisik, mental, dan sosial. Pendekatan untuk menghindarinya dapat dilakukan melalui dua strategi utama yaitu, tindakan preventif dan tindakan kuratif. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai kedua pendekatan tersebut.

Melakukan Tindakan Preventif

Tindakan preventif adalah langkah pencegahan yang bertujuan untuk menghindari penggunaan zat adiktif dan psikotropika sebelum ketergantungan terjadi. Langkah-langkah yang dapat diambil meliputi:

a. Edukasi dan Penyuluhan

Meningkatkan kesadaran masyarakat, terutama remaja, tentang bahaya zat adiktif dan psikotropika. Penyuluhan dapat dilakukan melalui program sekolah, media massa, atau komunitas masyarakat.

b. Membangun Kesadaran Diri

Mengajarkan pentingnya mengatakan "tidak" pada ajakan menggunakan zat berbahaya. Pengembangan keterampilan hidup (life skills) seperti pengambilan keputusan yang baik dan manajemen stres juga sangat penting.

c. Meningkatkan Dukungan Keluarga

Keluarga berperan sebagai lingkungan pertama yang dapat membentuk perilaku positif. Komunikasi yang baik antara anggota keluarga membantu mencegah seseorang terjerumus pada pengaruh negatif.

d. Menghindari Lingkungan Berisiko

Menghindari tempat atau kelompok yang dikenal sering terlibat dalam penyalahgunaan zat berbahaya.

e. Aktivitas Positif

Mengikuti kegiatan olahraga, seni, atau hobi lainnya dapat menjadi alternatif untuk menjauhkan seseorang dari pengaruh buruk zat adiktif.

Melakukan Tindakan Kuratif

Tindakan kuratif dilakukan jika seseorang sudah terlanjur terpengaruh atau mengalami ketergantungan pada zat adiktif dan psikotropika. Pendekatan ini melibatkan berbagai intervensi medis dan non-medis untuk membantu individu pulih dari ketergantungan.

a. Penatalaksanaan secara Suportif

Penatalaksanaan suportif bertujuan untuk memberikan dukungan kepada individu yang sedang berjuang melawan kecanduan. Beberapa langkah meliputi:

▷ Konseling Psikologis

Bimbingan oleh psikolog atau konselor profesional untuk membantu individu memahami penyebab kecanduan dan menemukan solusi untuk mengatasinya.

▷ Dukungan Sosial

Keluarga dan teman berperan besar dalam memberikan motivasi serta menciptakan lingkungan yang aman dan mendukung pemulihan.



Lingkungan terdekat seperti keluarga yang suportif akan sangat membantu proses pemulihan-Canva.com

b. Detoksifikasi

Detoksifikasi adalah proses membersihkan zat berbahaya dari tubuh individu yang mengalami kecanduan. Proses ini diawasi oleh tenaga medis karena sering kali melibatkan efek samping fisik dan psikologis, seperti gejala putus obat (withdrawal). Detoksifikasi meliputi:

- ▷ Penggunaan obat-obatan tertentu untuk meredakan gejala putus zat.
- ▷ Pemantauan medis untuk mencegah komplikasi selama proses detoksifikasi.

c. Rehabilitasi

Rehabilitasi adalah proses panjang untuk memulihkan individu dari kecanduan secara menyeluruh, baik secara fisik, mental, maupun sosial. Program rehabilitasi mencakup:

- ▷ Terapi Berbasis Perilaku

Misalnya, Cognitive Behavioral Therapy (CBT) yang membantu individu mengubah pola pikir dan perilaku negatif terkait kecanduan.

- ▷ Pelatihan Keterampilan Hidup

Melatih individu untuk menghadapi tekanan sosial dan membangun kembali kehidupan yang sehat dan produktif.

- ▷ Komunitas Pemulihan

Bergabung dengan kelompok dukungan seperti Narcotics Anonymous (NA) untuk berbagi pengalaman dan membangun semangat pemulihan.

Contoh Soal

Apa yang dimaksud dengan tindakan preventif dalam upaya mencegah pengaruh zat adiktif dan psikotropika?

Jawaban benar:

Tindakan preventif adalah langkah pencegahan yang dilakukan untuk menghindari penggunaan zat adiktif dan psikotropika sebelum ketergantungan terjadi.

Pembahasan:

Tindakan preventif bertujuan untuk mencegah seseorang dari pengaruh zat berbahaya sebelum muncul ketergantungan. Contoh tindakan ini meliputi edukasi dan penyuluhan tentang bahaya zat adiktif, membangun kesadaran diri untuk menolak ajakan, meningkatkan dukungan keluarga, menghindari lingkungan berisiko, dan mengisi waktu dengan aktivitas positif seperti olahraga atau seni. Pendekatan ini penting agar individu tidak terjerumus dalam penyalahgunaan zat sejak awal.

Kegiatan Kelompok

Upaya Mencegah Pengaruh Buruk Zat Adiktif dan Psikotropika

Tujuan : Mengetahui cara-cara preventif dan kuratif untuk menghindari serta mengatasi pengaruh zat adiktif dan psikotropika.

Langkah Kerja

- 1) Bentuk kelompok berisi 4–5 peserta didik.
- 2) Diskusikan contoh langkah **preventif** (pencegahan) yang dapat dilakukan remaja untuk menghindari zat adiktif.
- 3) Diskusikan contoh langkah **kuratif** (penanganan) jika seseorang sudah terlanjur kecanduan zat berbahaya.
- 4) Catat hasil diskusi kelompok dalam tabel berikut.

Tabel Pengamatan

No	Langkah Preventif (pencegahan)	Langkah Kuratif (penanganan)
1		
2		
3		

Pertanyaan Diskusi

- 1) Dari langkah preventif yang kalian catat, mana yang paling mudah dilakukan oleh remaja?
- 2) Dari langkah kuratif, mana yang menurut kalian paling efektif membantu pemulihan?
- 3) Apa peran keluarga dan teman sebaya dalam mencegah maupun menangani kecanduan zat adiktif?
- 4) Buatlah simpulan singkat tentang pentingnya mencegah dibandingkan mengobati kecanduan zat adiktif.

Rangkuman

Pencemaran udara, air, tanah, dan suara dapat mengancam kelestarian ekosistem dan keberlanjutan. Zat adiktif dan psikotropika merupakan ancaman serius bagi kesehatan fisik, mental, dan sosial, terutama jika digunakan tanpa pengawasan atau disalahgunakan. Zat adiktif non-narkotika dan non-psikotropika, seperti rokok, vape, minuman keras, teh, dan kopi, sering dianggap "biasa" dalam kehidupan sehari-hari, tetapi tetap memiliki kandungan berbahaya yang dapat menyebabkan ketergantungan dan gangguan kesehatan. Sementara itu, narkotika dan psikotropika, seperti heroin, ganja, kokain, amfetamin, ekstasi, dan sabu-sabu, memiliki risiko ketergantungan yang lebih tinggi serta dampak yang lebih destruktif, termasuk kerusakan organ tubuh, gangguan mental, bahkan kematian.

Efek buruk dari zat-zat ini menuntut perhatian serius dalam upaya pencegahan dan penanganannya. Pencegahan dapat dilakukan dengan edukasi, membangun kesadaran, menciptakan lingkungan yang mendukung, dan menghindari pengaruh lingkungan negatif. Namun, jika ketergantungan sudah terjadi, diperlukan pendekatan kuratif melalui penatalaksanaan suportif, detoksifikasi, dan rehabilitasi untuk membantu pemulihan individu secara menyeluruh.

Kesadaran dan peran aktif keluarga, masyarakat, serta pemerintah sangat penting dalam menangani bahaya zat adiktif dan psikotropika. Melalui pendidikan yang sistematis dan dukungan komprehensif, kita dapat melindungi individu, terutama generasi muda, dari pengaruh buruk zat ini, membangun masyarakat yang lebih sehat, dan menciptakan masa depan yang lebih baik.

Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan zat adiktif?
 - A. Zat yang hanya digunakan untuk pengobatan medis
 - B. Zat yang memiliki potensi menyebabkan ketergantungan fisik dan psikologis
 - C. Zat yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh
 - D. Zat yang tidak memiliki dampak terhadap sistem saraf
2. Kandungan utama dalam rokok yang menyebabkan ketergantungan adalah...
 - A. Tar
 - B. Karbon monoksida
 - C. Nikotin
 - D. Amonia
3. Berikut ini yang termasuk narkoba golongan I menurut UU RI No. 35 Tahun 2009 adalah...
 - A. Morfin
 - B. Kodein
 - C. Heroin
 - D. Petidin
4. Zat psikotropika yang dapat memberikan efek halusinasi sekaligus stimulan adalah...
 - A. Amfetamin
 - B. Ekstasi (MDMA)
 - C. Diazepam
 - D. Luminal
5. Tujuan utama dari tindakan preventif dalam mencegah pengaruh zat adiktif adalah...
 - A. Mengobati orang yang sudah kecanduan
 - B. Membersihkan zat berbahaya dari tubuh
 - C. Menghindari penggunaan zat sebelum ketergantungan terjadi
 - D. Mengurangi efek putus obat
6. Apa yang dimaksud dengan detoksifikasi dalam tindakan kuratif?
 - A. Proses mengubah pola pikir pecandu
 - B. Proses membersihkan zat berbahaya dari tubuh di bawah pengawasan medis
 - C. Program pelatihan keterampilan hidup
 - D. Terapi perilaku untuk menghindari kecanduan
7. Golongan alkohol dengan kadar ABV $\geq 20\%$ termasuk dalam kategori...
 - A. Golongan A
 - B. Golongan B

- C. Golongan C
- D. Golongan D

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 5

Referensi

- American Addiction Centers. (2021). *Effects of Cocaine on the Brain and Body*.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2018). *Psychotropic Drugs and Their Effects on Mental Health*.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2021). *Outbreak of Lung Injury Associated with the Use of E-Cigarette, or Vaping Products*.
- Higdon, J. V., & Frei, B. (2006). *Coffee and Health: A Review of Recent Human Research*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2), 101–123.
- McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2002). *The Role of Tea in Human Health: An Update*. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(1), 1–13.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Public Health Consequences of E-Cigarettes*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Institute of Mental Health (NIMH). (2021). *Understanding Psychotropic Medications*.
- National Institute on Drug Abuse (NIDA). (2021). *Heroin Research Report*.
- National Institute on Drug Abuse (NIDA). (2022). *MDMA (Ecstasy/Molly) DrugFacts*.
- Rehm, J., & Shield, K. D. (2019). *Alcohol Use and Cancer: A Call for Action*. *Current Oncology*, 26(1), 6–8.
- Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA). (2021). *Methamphetamine Overview*.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2014). *The Health Consequences of Smoking—50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General*. Centers for Disease Control and Prevention.
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2018). *World Drug Report 2018: Cocaine and Opioids*.
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2020). *Amphetamine-Type Stimulants Information*.
- World Health Organization (WHO). (2016). *Cannabis and Cannabinoids: Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Potential*.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Global Status Report on Alcohol and Health*.
- World Health Organization (WHO). (2020). *Methamphetamine Facts and Risks*.
- World Health Organization (WHO). (2021). *Tobacco Fact Sheet*.



BAB 6: LISTRIK

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, Kreatif, Mandiri, dan Peduli lingkungan

Kata Kunci: Muatan listrik, Gaya listrik, Proton, Elektron, Interaksi muatan, Impuls saraf, Jantung listrik, Arus listrik, Tegangan, Hambatan, Energi listrik, kWh meter, Sumber energi, Energi alternatif, Penghematan listrik, Konduktor, Isolator.

Tujuan Pembelajaran: Memahami Prinsip Dasar Listrik sebagai Kunci Teknologi Modern

1. Memahami sifat benda bermuatan listrik

- ▷ Menjelaskan bahwa benda dapat bermuatan listrik melalui perlakuan tertentu.
- ▷ Menunjukkan interaksi antara benda bermuatan listrik melalui percobaan sederhana..

2. Menganalisis gaya listrik dan interaksinya

- ▷ Menjelaskan hubungan antara gaya listrik, muatan, dan jarak benda.
- ▷ Menguraikan pengaruh besar kecilnya muatan terhadap kuat gaya listrik.

3. Mengkaji proses kelistrikan pada makhluk hidup

- ▷ Menunjukkan impuls saraf sebagai aliran listrik dalam tubuh.

- ▷ Menjelaskan proses kelistrikan pada jantung dan hewan lain yang menghasilkan listrik..

4. Menerapkan konsep arus listrik

- ▷ Menjelaskan hubungan antara kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik.
- ▷ Menerapkan konsep arus listrik dalam penggunaan sehari-hari.

5. Menghitung energi listrik dalam kehidupan

- ▷ Menentukan energi listrik berdasarkan penggunaan di rumah tangga.
- ▷ Menjelaskan perhitungan biaya listrik melalui kWh meter.

6. Mengelola sumber dan penggunaan energi listrik

- ▷ Menunjukkan sumber energi listrik konvensional dan alternatif.
- ▷ Menjelaskan pentingnya penghematan energi listrik dan cara menerapkannya.



F I T R I



1. Listrik Statis

Listrik statis adalah fenomena listrik yang terjadi ketika muatan listrik terkumpul di permukaan suatu benda, biasanya dihasilkan dari proses gosokan atau induksi. Pada topik ini, kita akan mempelajari konsep dasar muatan listrik, sifatnya, serta fenomena-fenomena yang berkaitan dengannya. Selanjutnya, Niels Bohr pada tahun 1913 mengembangkan model atom dengan teori orbit elektron. Ia menjelaskan bahwa elektron, partikel bermuatan negatif, mengelilingi inti atom pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit energi. Model ini menggambarkan bagaimana elektron tidak jatuh ke inti meskipun bermuatan berlawanan. Teori Rutherford dan Bohr memberikan dasar penting untuk memahami sifat listrik dalam atom dan bagaimana muatan listrik muncul.

Tokoh Penemuan Listrik

Pemahaman kita tentang atom sebagai bagian terkecil dari materi berkembang melalui penelitian ilmuwan seperti Ernest Rutherford dan Niels Bohr. Rutherford, pada tahun 1911, melalui eksperimen penembakan partikel alfa ke lapisan tipis emas, menemukan bahwa atom memiliki inti kecil yang bermuatan positif (proton) dan sebagian besar ruang atom bersifat kosong. Penemuan ini menunjukkan bahwa proton berada di inti atom yang dikelilingi oleh elektron.

Selanjutnya, Niels Bohr pada tahun 1913 mengembangkan model atom dengan teori orbit elektron. Ia menjelaskan bahwa elektron, partikel bermuatan negatif, mengelilingi inti atom pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit energi. Model ini menggambarkan bagaimana elektron tidak jatuh ke inti meskipun bermuatan berlawanan. Teori Rutherford dan Bohr memberikan dasar penting untuk memahami sifat listrik dalam atom dan bagaimana muatan listrik muncul.



Niels Bohr – Wikipedia.org

Jenis-jenis Partikel Utama Atom

Atom pada dasarnya terdiri dari tiga partikel utama: proton, neutron, dan elektron. Proton bermuatan positif dan ditemukan di inti atom bersama dengan neutron yang tidak bermuatan (netral). Elektron, yang bermuatan negatif, mengelilingi inti dalam lapisan atau orbit tertentu. Atom netral memiliki jumlah proton dan elektron yang sama sehingga muatan positif dan negatif saling menetralkan. Namun, ketika elektron berpindah dari satu atom ke atom lain, atom dapat menjadi bermuatan. Jika atom kehilangan elektron, ia menjadi bermuatan positif (kation). Sebaliknya, jika atom mendapatkan elektron, ia menjadi bermuatan negatif (anion). Proses ini adalah dasar dari muatan listrik yang kita temui dalam fenomena listrik statis.

Struktur Atom

Struktur atom dapat dibayangkan sebagai sistem kecil seperti tata surya. Inti atom yang bermuatan positif berada di pusat dan berisi proton serta neutron, sementara elektron mengelilingi inti pada lintasan energi tertentu. Setiap lapisan elektron memiliki kapasitas maksimum tertentu untuk menampung elektron. Misalnya, lapisan pertama (K) dapat menampung hingga 2 elektron, sedangkan lapisan kedua (L) dapat menampung hingga 8 elektron.

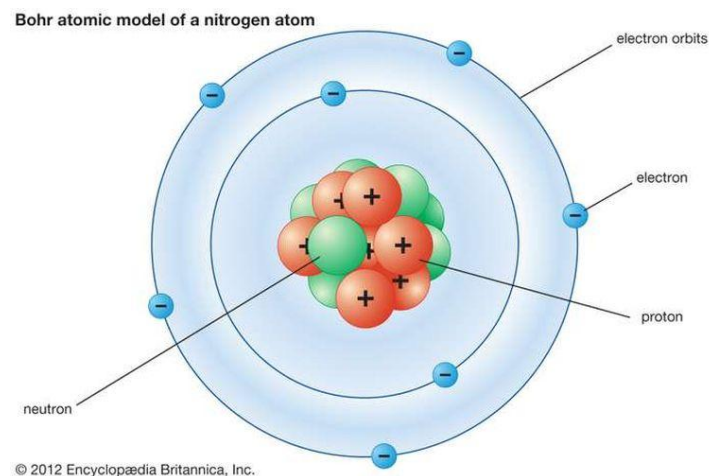
Pemahaman struktur atom ini sangat penting dalam menjelaskan interaksi muatan listrik. Ketika dua benda bergesekan, elektron pada lapisan terluar atom suatu benda dapat berpindah ke benda lain. Perpindahan

ini menciptakan muatan listrik yang menyebabkan fenomena listrik statis seperti tolak-menolak atau tarik-menarik antar benda.

Muatan Listrik

a. Proses Terjadinya Muatan Listrik

Muatan listrik terjadi karena perpindahan elektron dari satu benda ke benda lain. Ketika dua benda saling digosokkan, elektron pada salah satu benda dapat berpindah ke benda lain, sehingga benda tersebut menjadi bermuatan. Contohnya, ketika balon digosok pada rambut, elektron dari rambut berpindah ke balon, menjadikan balon bermuatan negatif dan rambut bermuatan positif. Proses ini menunjukkan bahwa muatan listrik selalu muncul berpasangan: positif dan negatif. Muatan positif dihasilkan karena kekurangan elektron, sedangkan muatan negatif dihasilkan oleh kelebihan elektron. Fenomena ini sangat penting untuk memahami dasar-dasar listrik statis yang sering kita alami dalam kehidupan sehari-hari.



Model atom-wikipedia.com

b. Sifat Muatan Listrik

Muatan listrik memiliki dua sifat utama yaitu, muatan sejenis akan saling tolak-menolak, sedangkan muatan yang berbeda jenis akan saling tarik-menarik. Sifat ini dapat diamati melalui eksperimen sederhana, seperti menggunakan balon atau penggaris plastik yang digosok pada kain. Interaksi antar muatan ini merupakan dasar dari berbagai fenomena listrik, mulai dari percikan listrik hingga gaya elektrostatis. Pada kehidupan sehari-hari, penerapan sifat listrik ada pada teknologi pemisahan debu dalam alat pembersih udara atau mesin fotokopi yang bergantung pada gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara muatan listrik.

Selain sifat tarik-menarik dan tolak-menolak antar muatan, muatan listrik juga dapat dipahami berdasarkan kemampuannya untuk mengalir melalui bahan tertentu, yang dikenal sebagai daya hantar listrik. Daya hantar listrik menggambarkan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan muatan listrik, dan hal ini sangat bergantung pada jenis bahan tersebut. Kemampuan bahan untuk menghantarkan listrik juga memengaruhi bagaimana muatan listrik dapat berinteraksi di dalamnya. Pada konduktor, muatan listrik mudah berpindah, sehingga bahan ini ideal untuk mengalirkan arus listrik. Sebaliknya, pada isolator, muatan listrik cenderung terkumpul di permukaan karena tidak dapat bergerak bebas.

- ▷ Konduktor: Bahan konduktor adalah bahan yang memiliki daya hantar listrik tinggi. Dalam bahan ini, elektron bebas dapat bergerak dengan mudah, memungkinkan muatan listrik mengalir secara

efisien. Contoh bahan konduktor meliputi logam seperti tembaga, aluminium, dan perak. Karena sifat konduktornya, bahan ini banyak digunakan dalam kabel listrik dan perangkat elektronik.

- ▷ Isolator: Sebaliknya, bahan isolator memiliki daya hantar listrik yang sangat rendah. Pada bahan ini, elektron tidak bebas bergerak, sehingga muatan listrik sulit mengalir melaluinya. Contoh isolator meliputi kayu, plastik, kaca, dan karet. Bahan isolator sering digunakan untuk melindungi atau membungkus konduktor, seperti dalam lapisan pelindung kabel listrik.
- ▷ Semikonduktor: Semikonduktor adalah bahan yang memiliki daya hantar listrik di antara konduktor dan isolator. Bahan ini dapat menghantarkan listrik dalam kondisi tertentu, misalnya ketika dipanaskan atau diberi energi tambahan. Contoh semikonduktor meliputi silikon dan germanium. Semikonduktor merupakan bahan utama dalam komponen elektronik modern, seperti dioda, transistor, dan mikroprosesor.

c. Induksi Muatan Listrik

Induksi adalah proses di mana muatan listrik dapat memengaruhi benda lain tanpa kontak langsung. Ketika benda bermuatan didekatkan pada benda netral, distribusi muatan pada benda netral tersebut akan berubah. Bagian benda yang lebih dekat dengan muatan akan mendapatkan muatan yang berlawanan, sedangkan bagian jauh akan bermuatan sejenis. Sebagai contoh, ketika penggaris bermuatan didekatkan ke potongan kertas kecil, elektron dalam kertas akan berpindah, menciptakan muatan yang berbeda di sisi yang lebih dekat. Fenomena ini membuat kertas "tertarik" ke penggaris. Induksi ini merupakan dasar dalam teknologi seperti kapasitor.

Elektroskop adalah alat sederhana yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan jenis muatan listrik pada suatu benda. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip induksi muatan listrik, di mana distribusi muatan dalam elektroskop berubah ketika benda bermuatan didekatkan.

- ▷ Bagian-bagian Elektroskop adalah sebagai berikut:

- **Batang Logam:** Batang ini berfungsi sebagai penghubung antara pelat logam di atas dengan daun elektroskop di bawah.
- **Pelat Logam:** Pelat logam berada di bagian atas elektroskop dan berfungsi sebagai tempat kontak benda bermuatan.
- **Daun Elektroskop:** Biasanya terbuat dari bahan logam tipis seperti aluminium atau emas, daun ini akan bergerak (menjauh atau mendekat) sesuai dengan muatan listrik yang ada.
- **Botol Kaca:** Elektroskop sering ditempatkan dalam botol kaca untuk melindungi komponen dari angin atau gangguan eksternal lainnya.

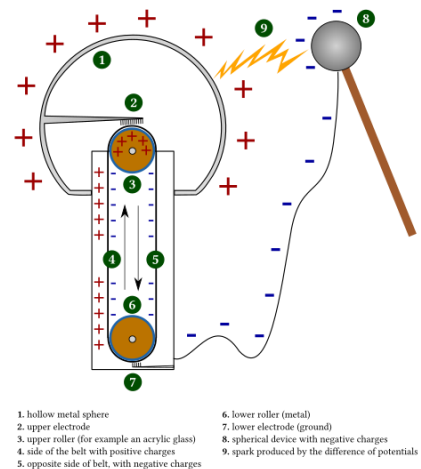
- ▷ Cara Kerja Elektroskop:

Ketika sebuah benda bermuatan didekatkan pada pelat logam, muatan listrik akan menginduksi muatan pada batang dan daun elektroskop. Jika benda tersebut bermuatan, daun elektroskop akan terpisah karena muatan sejenis pada daun saling tolak-menolak. Semakin besar muatan listrik pada benda, semakin besar jarak antar daun.

- ▷ Pemanfaatan Elektroskop:

- Mendeteksi keberadaan muatan listrik.

Van de Graaff Generator



Generator Van de Graaff – Wikipedia.org

- Menentukan jenis muatan listrik (positif atau negatif) dengan membandingkannya terhadap muatan yang sudah diketahui.
- Mengukur besarnya muatan relatif pada suatu benda.

d. Hukum Coulomb

Hukum Coulomb menjelaskan gaya listrik antara dua muatan. Gaya ini berbanding lurus dengan besar muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan. Secara matematis, dirumuskan sebagai:

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

Di mana:

- ▷ F = gaya (Newton (N))
- ▷ q_1 dan q_2 = besar muatan (Coulomb (C))
- ▷ r = jarak antara muatan (meter (m))
- ▷ k = konstanta Coulomb ($9 \times 10^9 \text{ N/C}^2$).

Hukum Coulomb menjelaskan interaksi antara dua muatan listrik yang saling berjarak. Gaya yang terjadi antara dua muatan ini berbanding lurus dengan hasil kali muatan-muatan tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.

Contoh Soal

Dua muatan listrik $q_1 = 2 \times 10^{-6}$ dan $q_2 = 3 \times 10^{-6}$ berjarak 0,5 meter satu sama lain. Hitung gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara kedua muatan tersebut!

Pembahasan:

$$q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ dan } q_2 = 3 \times 10^{-6} \cdot r = 0,5 \text{ meter}, k = 9 \times 10^9 \text{ N/C}^2$$

Gunakan rumus Coulomb: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

Substitusi Menjadi:

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

$$F = 9 \times 10^9 \cdot \frac{(6 \times 10^{-12})}{0,25}$$

$$F = 9 \times 10^9 \cdot 24 \times 10^{-12}$$

$$F = 216 \times 10^{-3} = 0,216 N$$

Kesimpulan:

Gaya listrik antara kedua muatan adalah **0,216 Newton**. Jika muatan sejenis, gaya bersifat tolak-menolak; jika berbeda jenis, gaya bersifat tarik-menarik.

Kegiatan Kelompok

Balon Tolak-Menolak

Tujuan

- 1) Mengamati bahwa gaya listrik makin besar jika muatan diperbesar.

- 2) Mengamati bahwa gaya listrik melemah saat jarak bertambah ($\propto 1/r^2$ secara kualitatif).

Alat per Kelompok (4 siswa)

- 1) 2 balon lateks
- 2) Benang $\pm 50\text{--}70$ cm (2 buah)
- 3) Selotip
- 4) Kain wol/kaos katun kering untuk menggosok
- 5) Penggaris atau meteran
- 6) Penjepit/pengait (gantungan baju/tepi papan) untuk menggantung balon
- 7) (Opsional) Busur derajat kertas untuk memperkirakan sudut

Langkah-langkah

- 1) Tiup dua balon, ikat, lalu tempelkan benang pada masing-masing balon. Gantung berdampingan pada batang/pinggir meja sehingga bebas bergerak.
- 2) Gosok kedua balon dengan kain yang sama selama 15–20 detik. Keduanya akan bermuatan sejenis sehingga saling tolak.
- 3) Biarkan balon tenang. Ukur jarak antar pusat balon (perkiraan: jarak antar permukaan + diameter/2) sebagai r_1 . Catat.
- 4) Ubah jarak titik gantung (geser kaitan atau dorong perlahan salah satu balon mendekat lalu lepas) sehingga keseimbangan baru tercapai. Ukur lagi jarak r_2 , r_3 , dan seterusnya (lakukan 4–5 variasi). Sebagai indikator gaya, gunakan sudut tali (semakin miring, gaya tolak semakin besar) atau jarak pisah saat setimbang (semakin jauh, gaya lebih besar).
- 5) Variasi muatan lebih besar: gosok kedua balon lebih lama (misalnya 40 detik). Ulangi langkah 3–4. Bandingkan jarak atau sudut dengan data pertama.

Lembar Data (contoh kolom)

Percobaan ke-	Waktu Menggosok (detik)	Jarak Setimbang r (cm)	Sudut Tali ($^\circ$)
1	20	...	...
2	20	...	...
3	40	...	...
4	40	...	...

Pertanyaan Analisis Kegiatan Kelompok (jawab di buku)

- 1) Saat waktu menggosok ditambah, apa yang terjadi pada jarak atau sudut? Apa artinya terhadap besar muatan?
- 2) Saat jarak r diperbesar, apakah indikator gaya (sudut/jarak pisah) membesar atau mengecil? Kaitkan dengan kalimat: gaya listrik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak ($F \propto 1/r^2$) secara kualitatif.
- 3) Sebutkan dua sumber kesalahan pengukuran pada percobaan ini dan cara menguranginya.

e. Medan Listrik

Medan listrik adalah ruang di sekitar muatan listrik di mana gaya listrik dapat dirasakan. Medan listrik digambarkan dengan garis-garis medan yang menunjukkan arah gaya yang akan dialami muatan positif jika ditempatkan di sana. Garis medan listrik selalu keluar dari muatan positif dan masuk ke muatan negatif.

Fenomena medan listrik dapat ditemukan dalam banyak aspek kehidupan, termasuk dalam pengoperasian perangkat medis seperti elektrokardiogram (EKG) yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik di jantung. Dalam analisis medan listrik, terdapat muatan uji yang merupakan muatan kecil dan positif yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan medan listrik tanpa memengaruhi medan itu sendiri. muatan uji dianggap sangat kecil sehingga gaya yang dihasilkan olehnya pada muatan sumber tidak signifikan.

$$E = \frac{F}{q_2}$$

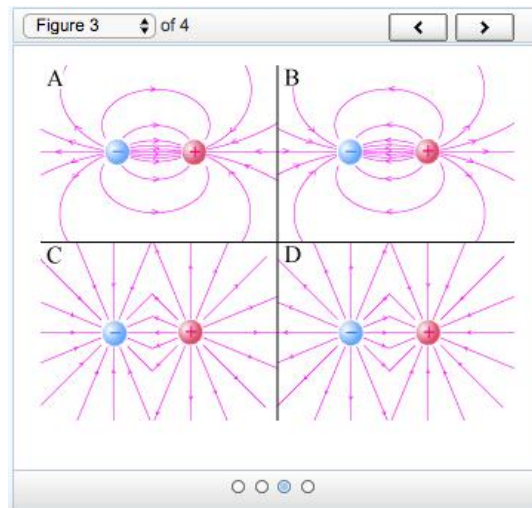
Di mana:

E = Medan Listrik

F = Gaya Listrik

q_2 = Muatan

Medan listrik memiliki arah yang sama dengan arah gaya pada muatan uji positif. Dengan menggunakan muatan uji, kita dapat menentukan arah dan kekuatan medan listrik pada titik tertentu di ruang.



Muatan Listrik-Chegg.com

▷ Kerapatan Garis-Garis Medan Listrik

Garis-garis medan listrik adalah cara visual untuk merepresentasikan medan listrik di ruang. Garis medan selalu keluar dari muatan positif dan masuk ke muatan negatif. Hal ini menunjukkan arah gaya yang akan dialami oleh muatan uji positif dan Kerapatan Garis Medan. Kerapatan garis-garis medan menunjukkan kekuatan medan listrik. Di daerah di mana garis-garis medan lebih rapat, medan listrik lebih kuat. Sebaliknya, di daerah dengan garis medan yang jarang, medan listrik lebih lemah.

Sebagai contoh, di sekitar muatan titik, garis medan listrik berbentuk radial, dengan kerapatan garis yang berkurang seiring meningkatnya jarak dari muatan. Fenomena ini sesuai dengan persamaan medan listrik yang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak sesuai pada rumus berikut:

$$(E \propto \frac{1}{r^2})$$

Di mana:

E = Medan Listrik

r^2 = Muatan

▷ Energi Potensial Listrik

Muatan dalam medan listrik memiliki energi potensial yang bergantung pada besar muatan, kuat medan listrik, dan posisi muatan dalam medan tersebut. Energi potensial listrik menjadi nol pada jarak tak hingga dari muatan sumber. Konsep ini penting untuk memahami kerja yang dilakukan medan listrik terhadap muatan, seperti pada gerakan partikel bermuatan dalam medan listrik atau interaksi di antara muatan dalam kapasitor.

f. Potensial Listrik

Potensial listrik menggambarkan kemampuan medan listrik untuk melakukan kerja. Potensial ini dinyatakan dalam satuan volt, yang menunjukkan energi potensial per satuan muatan. Semakin besar potensial listrik suatu titik, semakin besar gaya yang dapat dikerahkan medan listrik pada muatan di titik tersebut. Pemahaman potensial listrik sangat penting untuk memahami bagaimana energi listrik dialirkan dan digunakan dalam rangkaian listrik, seperti pada baterai atau alat elektronik.

Rumus Potensial Listrik

Potensial listrik di suatu titik dalam medan listrik dihasilkan oleh muatan sumber, yang dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V = k \frac{q}{r}$$

Di mana:

V : potensial listrik (Volt, V)

k : konstanta Coulomb ($8,99 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$)

q : besar muatan sumber (Coulomb, C)

r : jarak antara muatan sumber dan titik yang dihitung (meter, m).

Rumus ini menunjukkan bahwa potensial listrik di sekitar muatan titik:

- ▷ Berbanding lurus dengan besar muatan (q): Semakin besar muatan sumber, semakin besar potensial listrik yang dihasilkan.
- ▷ Berbanding terbalik dengan jarak (r): Semakin jauh jarak dari muatan sumber, semakin kecil potensial listrik.

Dunia Listrik dalam MakhluK Hidup

a. Jaringan Listrik dalam Sistem Saraf

▷ Sel Saraf

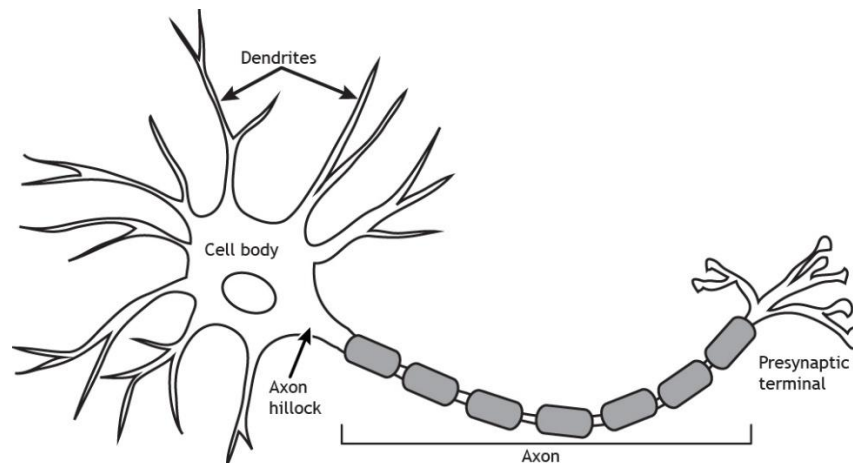
Sel saraf atau neuron adalah unit dasar dalam sistem saraf yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal listrik di dalam tubuh. Sel saraf terdiri dari tiga bagian utama: badan sel (soma), dendrit, dan akson.

Badan sel mengandung inti sel, sedangkan dendrit dan akson berfungsi untuk menerima dan mengirimkan sinyal. Neuron menggunakan sinyal listrik untuk komunikasi, yang sangat penting untuk mengatur fungsi tubuh seperti gerakan, perasaan, dan refleks.

▷ Cara Kerja Saraf

Sistem saraf manusia merupakan jaringan kompleks yang berfungsi untuk menerima, memproses, dan merespons informasi dari lingkungan internal maupun eksternal. Cara kerja saraf melibatkan sinyal listrik dan kimia yang dikirimkan melalui sel saraf (neuron). Proses ini memungkinkan tubuh untuk melakukan berbagai fungsi, mulai dari gerakan sadar hingga refleks otomatis. Proses kerja saraf melibatkan tiga langkah utama:

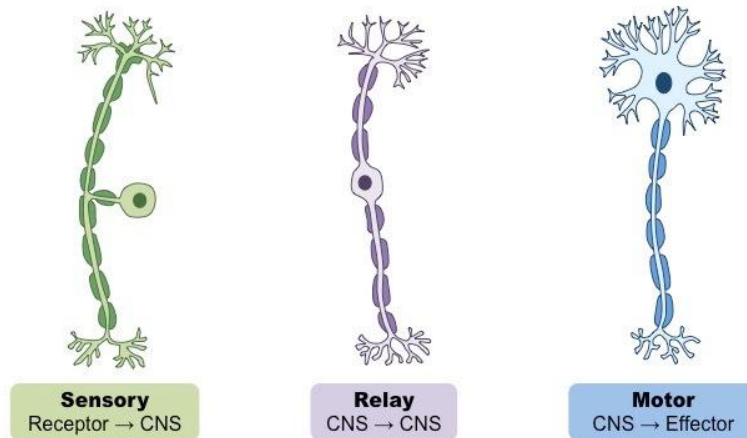
- **Penerimaan Informasi (Potensial Reseptor):** Proses dimulai ketika reseptor sensorik mendeteksi rangsangan, seperti cahaya, suara, panas, atau tekanan. Reseptor ini mengubah rangsangan fisik atau kimia menjadi sinyal listrik (potensial reseptor).
- **Pengolahan Informasi (Potensial Aksi):** Jika rangsangan cukup kuat untuk melewati ambang batas, neuron menghasilkan sinyal listrik yang disebut potensial aksi. Potensial aksi terjadi akibat perubahan muatan listrik di membran neuron. Proses ini melibatkan Depolarisasi yaitu Ion natrium (Na^+) masuk ke dalam sel, menyebabkan bagian dalam neuron menjadi lebih positif, Repolarisasi yaitu Ion kalium (K^+) keluar dari sel, mengembalikan muatan negatif di dalam neuron dan Pemulihan (Resting Potential) yaitu Neuron kembali ke kondisi awal dengan menggunakan pompa natrium-kalium untuk menyeimbangkan ion. Potensial aksi berjalan sepanjang akson seperti gelombang dan mencapai terminal akson.
- **Pengiriman Informasi (Transmisi Sinaptik):** Ketika potensial aksi mencapai terminal akson, sinyal listrik memicu pelepasan neurotransmitter, yaitu bahan kimia yang membawa pesan ke neuron berikutnya. Neurotransmitter dilepaskan ke celah sinapsis dan berikatan dengan reseptor pada dendrit neuron berikutnya, melanjutkan transmisi sinyal.



Struktur sel saraf-Open Textbook Publisng.com

▷ Tipe Sel Saraf

Ada tiga jenis utama neuron yaitu, neuron sensorik, motorik, dan interneuron. Neuron sensorik mengirimkan informasi dari reseptor sensorik ke sistem saraf pusat (SSP). Neuron motorik mengirimkan sinyal dari SSP ke otot atau kelenjar. Interneuron menghubungkan neuron dalam SSP untuk pemrosesan informasi lebih lanjut. Ketiga jenis ini bekerja sama untuk memastikan tubuh dapat merespons dengan cepat dan akurat terhadap perubahan lingkungan.



Tipe sel saraf-Bioninja.com

▷ Impuls Saraf

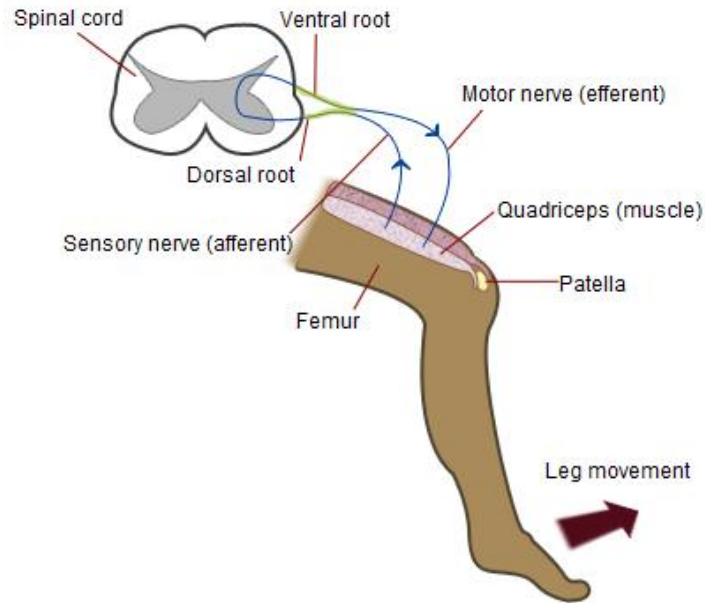
Impuls saraf adalah gelombang listrik yang bergerak melalui akson. Impuls ini dihasilkan oleh aktivitas ion yang melintasi membran neuron. Kecepatan impuls dapat sangat cepat, hingga 120 meter per detik, memungkinkan tubuh merespons dalam waktu singkat. Sistem impuls ini sangat kompleks dan memengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk kemampuan untuk berpikir, merasa, dan bergerak. Impuls saraf adalah gelombang listrik yang bergerak melalui sel-sel saraf (neuron) untuk mengirimkan informasi dari satu bagian tubuh ke bagian lainnya. Impuls ini sangat penting dalam mengatur berbagai jenis gerakan tubuh, baik yang disadari maupun yang tidak disadari (refleks).

- Gerakan yang Dilakukan dengan Kesadaran

Gerakan yang dilakukan dengan kesadaran adalah gerakan yang memerlukan pemikiran dan kendali sadar, sehingga melibatkan sistem saraf pusat, yaitu otak dan sumsum tulang belakang. Karena melibatkan pemrosesan di otak, gerakan ini memerlukan waktu lebih lama dibandingkan gerakan refleks, tetapi memungkinkan tubuh melakukan gerakan yang kompleks dan terencana, seperti menulis, berjalan, atau mengambil benda. Prosesnya dimulai dari penerimaan rangsangan oleh reseptor sensorik, pengiriman impuls sensorik ke otak, pemrosesan informasi untuk menentukan tindakan, kemudian pengiriman impuls motorik ke otot, dan diakhiri dengan terjadinya gerakan sesuai perintah otak.

- Refleks Otomatis

Gerakan refleks adalah gerakan cepat dan otomatis yang tidak memerlukan kendali sadar, berfungsi sebagai respons instan untuk melindungi tubuh dari bahaya. Proses ini melibatkan lengkung refleks yang hanya melalui sumsum tulang belakang tanpa melibatkan otak. Mekanismenya dimulai dari reseptor sensorik yang mendeteksi rangsangan, pengiriman impuls sensorik ke sumsum tulang belakang, pemrosesan impuls dan pengiriman respon melalui neuron motorik, hingga otot melakukan gerakan cepat, seperti menarik tangan dari benda panas. Contoh lainnya adalah kedipan mata saat terkena cahaya terang dan refleks lutut ketika diketuk.



Skema gerak refleks-Wikipedia.com

b. Kelistrikan pada Jantung

Jantung memiliki sistem listrik alami yang mengatur detaknya. Aktivitas listrik ini dimulai dari simpul sinoatrial (SA node), yang dikenal sebagai "pacemaker alami". Sinyal listrik ini menyebar melalui serat-serat khusus dalam jantung, menyebabkan otot jantung berkontraksi dan memompa darah ke seluruh tubuh. Proses ini dapat dimonitor menggunakan alat seperti elektrokardiogram (EKG), yang merekam aktivitas listrik jantung untuk mendeteksi gangguan seperti aritmia atau serangan jantung. Berikut empat ruang utama jantung:

- ▷ Atrium Kanan: Ruang atas kanan yang menerima darah kaya karbon dioksida dari tubuh melalui vena kava superior dan inferior.
- ▷ Atrium Kiri: Ruang atas kiri yang menerima darah kaya oksigen dari paru-paru melalui vena pulmonalis.
- ▷ Ventrikel Kanan: Ruang bawah kanan yang memompa darah menuju paru-paru melalui arteri pulmonalis untuk mengambil oksigen.
- ▷ Ventrikel Kiri: Ruang bawah kiri yang memompa darah kaya oksigen ke seluruh tubuh melalui aorta.

c. Kelistrikan pada Tulang

Tulang juga memiliki sifat listrik yang dikenal sebagai piezoelektrik. Efek piezoelektrik adalah fenomena di mana bahan tertentu, termasuk tulang, menghasilkan muatan listrik ketika mengalami tekanan mekanis. Dalam tulang, efek ini terjadi karena struktur kristalin mineral hidroksiapatit yang terdapat dalam matriks tulang. Ketika tulang diberi tekanan, kristal ini mengalami deformasi, menciptakan muatan listrik kecil di permukaannya. Ketika tulang mengalami tekanan mekanis, muatan listrik kecil dihasilkan di dalamnya. Fenomena ini membantu proses perbaikan tulang dan penyesuaian terhadap tekanan. Berikut adalah manfaat efek piezoelektrik pada tulang:

- ▷ Proses Penyembuhan Tulang

Efek piezoelektrik berperan penting dalam proses penyembuhan tulang yang retak atau patah. Ketika tulang mengalami tekanan selama aktivitas normal atau melalui terapi khusus, muatan listrik yang dihasilkan membantu merangsang pertumbuhan tulang baru. Teknologi modern

memanfaatkan ini dalam bentuk stimulasi listrik eksternal untuk mempercepat penyembuhan patah tulang.

▷ Penyesuaian terhadap Beban

Tulang adalah jaringan yang dinamis dan terus-menerus memperbarui dirinya berdasarkan beban yang diterima. Efek piezoelektrik memungkinkan tulang menyesuaikan struktur internalnya untuk menghadapi tekanan yang diterima, menjaga keseimbangan antara kekuatan dan fleksibilitas.

▷ Implikasi dalam Osteoporosis dan Pencegahan Cedera

Efek piezoelektrik juga membantu memahami mengapa aktivitas fisik yang memberikan tekanan pada tulang, seperti olahraga beban, dapat mencegah osteoporosis. Aktivitas ini merangsang efek piezoelektrik, yang pada gilirannya meningkatkan pembentukan tulang dan mengurangi risiko kerapuhan tulang.

Hewan Penghasil Listrik

a. Ikan Belalai Gajah

Ikan ini menggunakan medan listrik untuk mendeteksi mangsa dan berkomunikasi dengan sesamanya. Ikan belalai gajah, dengan nama ilmiah *Gnathonemus petersii*, termasuk dalam ordo *Osteoglossiformes* dan famili *Mormyridae*. Ikan ini berasal dari sungai-sungai di Afrika Tengah dan Barat, khususnya di perairan dengan aliran lambat atau berlumpur.

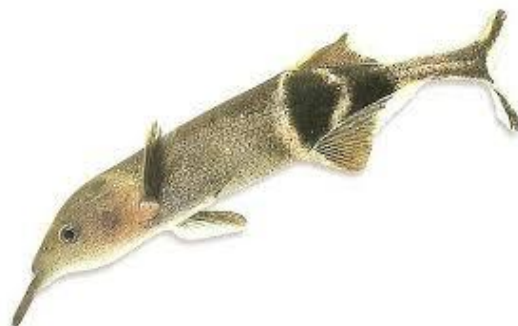
Ikan belalai gajah memiliki organ khusus yang dapat menghasilkan medan listrik lemah. Kemampuan ini disebut elektrolokasi, yang digunakan untuk bernavigasi dan mencari mangsa. Berikut cara kerjanya:

▷ Elektrolokasi:

- Ikan ini menghasilkan medan listrik dengan organ listrik yang terletak di ekornya.
- Ketika medan listrik bertemu objek, seperti mangsa atau rintangan, ikan mendeteksi perubahan medan menggunakan elektroreseptor di kulitnya.

▷ Fungsi Deteksi:

- Medan listrik ini membantu ikan menemukan mangsa kecil, seperti serangga air atau larva, bahkan dalam kondisi air yang keruh atau gelap.
- Kemampuan ini juga digunakan untuk berkomunikasi dengan ikan lain melalui sinyal listrik.



Ikan belalai gajah-Wikipedia.com

b. Pari Listrik

Pari listrik memiliki organ listrik yang mampu menghasilkan tegangan tinggi untuk melumpuhkan mangsa atau mempertahankan diri dari predator. Pari listrik, yang termasuk dalam famili *Torpedinidae*, adalah

anggota ordo *Torpediniformes*. Mereka hidup di dasar laut dangkal hingga perairan dalam di seluruh dunia. Pari listrik dikenal karena kemampuannya menghasilkan listrik untuk berburu mangsa dan melindungi diri dari predator. Berikut cara kerjanya:



Pari Listrik-Wikipedia.com

▷ Organ Listrik:

- Organ listrik pari terletak di kedua sisi tubuhnya. Saat dirangsang, organ ini menghasilkan tegangan hingga 220 volt.
- Listrik yang dihasilkan cukup kuat untuk melumpuhkan mangsa atau mengejutkan predator.

▷ Fungsi Listrik:

- Pari listrik menggunakan kemampuannya untuk memburu ikan kecil atau krustasea dengan melumpuhkannya menggunakan kejutan listrik.
- Selain itu, listrik digunakan sebagai alat pertahanan diri yang efektif terhadap ancaman.

c. Belut Listrik

Belut listrik adalah salah satu hewan yang paling terkenal dengan kemampuan menghasilkan tegangan hingga 600 volt untuk berburu dan bertahan. Belut listrik (*Electrophorus electricus*) termasuk dalam ordo *Gymnotiformes* dan famili *Gymnotidae*. Belut listrik hidup di sungai dan rawa-rawa di Amerika Selatan, terutama di kawasan Amazon. Belut listrik memiliki tiga organ listrik utama: organ utama, organ Hunter, dan organ Sachs. Organ ini dapat menghasilkan listrik dalam berbagai intensitas. Berikut cara kerjanya:

▷ Listrik Tegangan Tinggi:

- Belut listrik mampu menghasilkan tegangan hingga 600 volt untuk melumpuhkan mangsa atau melindungi dirinya dari predator.
- Impuls listrik tegangan tinggi ini dilepaskan dalam waktu sangat singkat, cukup untuk mengejutkan atau melumpuhkan ikan kecil dan hewan lainnya.

▷ Listrik Tegangan Rendah:

- Untuk navigasi dan komunikasi, belut listrik menggunakan medan listrik lemah yang dihasilkan organ Sachs.
- Kemampuan ini membantu belut mendeteksi mangsa atau menghindari rintangan di air yang keruh.



Belut Listrik-NatGeoKids.com

d. Hiu Kepala Martil

Hiu ini menggunakan medan listrik alami di tubuhnya untuk mendeteksi mangsa yang terkubur di pasir dasar laut. Hiu kepala martil termasuk dalam ordo *Carcharhiniformes* dan famili *Sphyrnidae*. Nama ilmiahnya adalah *Sphyrna* dan biasanya ditemukan di perairan hangat di seluruh dunia, baik di dekat pantai maupun di laut lepas. Hiu kepala martil memiliki sistem elektroreseptor yang disebut ampula Lorenzini, yang terletak di moncong lebar dan uniknya. Berikut cara kerjanya:

▷ Ampula Lorenzini:

- Ampula Lorenzini adalah jaringan pori-pori kecil yang terhubung dengan elektroreseptor.
- Elektroreseptor ini mendeteksi medan listrik yang sangat lemah, seperti yang dihasilkan oleh jantung atau otot mangsanya.

▷ Fungsi Deteksi:

- Hiu menggunakan elektroreseptor untuk menemukan mangsa yang terkubur di dasar laut atau berenang di dekatnya.
- Kemampuan ini sangat penting dalam perburuan di lingkungan dengan visibilitas rendah, seperti air yang keruh.



Hiu Martil-Wikipedia.com

e. Ekidna

Ekidna adalah salah satu dari dua mamalia yang bertelur (monotremata). Ekidna termasuk dalam ordo *Monotremata*. Nama ilmiah ekidna adalah *Tachyglossidae*, dan mereka sering disebut "landak berduri" karena tubuh mereka yang ditutupi duri tajam untuk melindungi diri dari predator.

Ekidna memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan memanfaatkan medan listrik dalam lingkungannya. Kemampuan ini disebut elektroreseptorik, meskipun tidak sekuat pada platipus, yang lebih bergantung pada kemampuan ini saat berburu di air. Elektroreseptor pada ekidna terletak di ujung moncongnya yang panjang dan fleksibel. Cara kerja kemampuan ini adalah sebagai berikut:

▷ Elektroreseptor pada Moncong:

- Moncong ekidna dilengkapi dengan sensor-sensor khusus yang dapat mendeteksi medan listrik kecil yang dihasilkan oleh mangsanya, seperti serangga atau cacing tanah.
- Ketika mangsa bergerak atau berdenyut, aktivitas listriknya terdeteksi oleh elektroreseptor ini, membantu ekidna menemukan lokasi mangsa bahkan di bawah tanah atau dalam lingkungan gelap.

▷ Fungsi Deteksi:

Kemampuan ini sangat berguna karena ekidna sering berburu di lingkungan dengan visibilitas rendah, seperti di bawah tanah atau dalam tumpukan daun. Elektroresepsi memberi ekidna keunggulan dalam menemukan mangsa dengan presisi tinggi.



Ekidna-Wikipedia.com



2. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik adalah jalur tertutup yang memungkinkan aliran arus listrik. Dalam rangkaian listrik, komponen seperti sumber daya (baterai), penghantar (kabel), dan beban (lampu atau perangkat lain) bekerja bersama untuk menghasilkan dan menggunakan energi listrik. Pemahaman tentang arus listrik, beda potensial, hukum Ohm, dan konfigurasi hambatan sangat penting untuk memahami cara kerja rangkaian listrik.

Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran muatan listrik melalui suatu penghantar. Muatan listrik ini terdiri dari elektron yang bergerak dari terminal negatif ke terminal positif sumber daya. Secara konvensional, arah arus listrik ditetapkan dari terminal positif ke negatif. Besarnya arus listrik dinyatakan dalam satuan **ampere (A)**, yang menunjukkan jumlah muatan listrik yang mengalir per detik.

Arus listrik hanya dapat mengalir dalam rangkaian tertutup, di mana terdapat perbedaan potensial yang dihasilkan oleh sumber daya seperti baterai atau generator. Faktor-faktor yang memengaruhi arus listrik meliputi tegangan (beda potensial) dan hambatan dalam rangkaian. Besar arus listrik menunjukkan seberapa banyak muatan listrik yang mengalir melewati penampang penghantar dalam satu satuan waktu.

Kuat arus Listrik



Amperemeterf – Wikipedia.org

Kuat arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui penghantar dalam satuan waktu tertentu. Konsep ini mencakup pemahaman dasar, satuan, alat ukur, rumus, serta penerapannya dalam rangkaian listrik. Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan amperemeter, yaitu alat yang bekerja dengan mendeteksi jumlah elektron yang mengalir pada penghantar. Amperemeter harus dipasang secara seri agar seluruh arus melewatinya dan dirancang dengan hambatan internal yang sangat kecil supaya tidak mengganggu aliran arus. Hasil pengukuran kuat arus listrik dinyatakan dalam satuan ampere (A). Kuat arus listrik (I) adalah jumlah muatan listrik (Q) yang mengalir melalui suatu penampang penghantar dalam waktu tertentu (t). Secara matematis, rumus kuat arus listrik dinyatakan sebagai:

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

Di mana:

I : kuat arus listrik (ampere, A)

Q : muatan listrik (coulomb, C)

t : waktu (detik, s)

Satuan kuat arus listrik adalah ampere (A), dinamai dari ilmuwan Prancis, André-Marie Ampère (1775–1836), yang merupakan pelopor dalam bidang elektromagnetisme. Ampère berkontribusi besar dalam memahami hubungan antara listrik dan magnet, serta mengembangkan teori yang menjadi dasar teknologi modern.

Satu ampere didefinisikan sebagai aliran muatan listrik sebesar **1 coulomb per detik**:

$$1 A = 1 \frac{C}{s}$$

Ini berarti bahwa jika muatan listrik sebesar 1 coulomb mengalir melalui suatu penghantar dalam waktu 1 detik, maka kuat arus yang dihasilkan adalah 1 ampere.

Jika diketahui tegangan (V) dan hambatan (R) dalam rangkaian, kuat arus dapat dihitung menggunakan Hukum Ohm:

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

Contoh Soal

Sebuah penghantar listrik dialiri muatan sebesar 50 coulomb selama 5 detik. Berapakah kuat arus listrik yang mengalir dalam penghantar tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:

$$Q = 50 C, t = 5 s$$

Gunakan rumus:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{50}{5} = 10 A$$

Jadi, kuat arus listrik yang mengalir adalah **10 ampere**.

Beda potensial Listrik

Beda potensial listrik, atau tegangan, adalah energi yang mendorong muatan listrik untuk bergerak dalam suatu rangkaian. Tegangan dihasilkan oleh sumber daya listrik, seperti baterai atau generator, yang menciptakan perbedaan energi potensial antara dua titik. Beda potensial listrik dinyatakan dalam satuan **volt (V)** dan dapat dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{W}{Q}$$

Di mana:

V : tegangan (volt),

W : kerja yang dilakukan (joule),

Q : muatan listrik (coulomb).

Tegangan adalah faktor utama yang menentukan kecepatan dan kekuatan arus listrik dalam rangkaian. Satuan **volt** dinamai untuk menghormati seorang ilmuwan Italia, **Alessandro Volta (1745–1827)**, yang merupakan penemu baterai pertama dan salah satu pelopor dalam bidang kelistrikan. Karyanya dalam menciptakan alat yang dikenal sebagai "tumpukan volta" (Voltaic Pile) menjadi dasar pengembangan

sumber listrik modern. Alat yang digunakan untuk mengukur beda potensial listrik adalah **voltmeter**. Berikut adalah karakteristik dan cara penggunaan voltmeter:

a. Cara Kerja Voltmeter:

- ▷ Voltmeter mengukur perbedaan energi potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian.
- ▷ Alat ini bekerja dengan mendeteksi jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan antara kedua titik tersebut.

b. Cara Penggunaan: Voltmeter dipasang secara paralel dengan komponen atau bagian rangkaian yang ingin diukur. Hal ini memastikan voltmeter mengukur tegangan pada dua titik tanpa memengaruhi arus dalam rangkaian.

c. Hambatan Tinggi: Voltmeter dirancang memiliki hambatan internal yang sangat tinggi agar tidak menyebabkan arus tambahan mengalir melalui alat tersebut, yang bisa memengaruhi hasil pengukuran.

Hukum Ohm

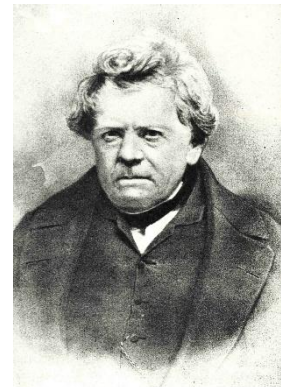
Hukum Ohm menjelaskan hubungan antara tegangan (V), arus (I), dan hambatan (R) dalam suatu rangkaian listrik. Hukum ini dirumuskan sebagai:

$$V = I \cdot R$$

Di mana:

- ▷ V : tegangan (volt),
- ▷ I : arus listrik (ampere),
- ▷ R : hambatan listrik (ohm).

Hukum Ohm menyatakan bahwa arus listrik berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan, sehingga jika hambatan meningkat maka arus berkurang dengan asumsi tegangan tetap. Dalam kelistrikan, alat ukur seperti voltmeter, amperemeter, dan ohmmeter digunakan untuk mengukur tegangan, arus, maupun hambatan. Hambatan atau resistensi sendiri merupakan sifat bahan yang menghalangi aliran arus dan dipengaruhi oleh panjang, luas penampang, serta suhu penghantar. Contohnya, pada rangkaian dengan tegangan 12 V dan resistor 4 Ω , arus yang mengalir adalah 3 A sesuai dengan Hukum Ohm. Resistor berfungsi membatasi arus agar tidak merusak komponen lain, dengan satuan hambatan ohm (Ω) yang berarti penghantar mengalirkan arus 1 A ketika diberi tegangan 1 V. Untuk mengontrol arus listrik dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain menambahkan resistor atau potensiometer, mengatur tegangan sumber, menyusun komponen dalam rangkaian seri atau paralel, serta menggunakan sekering untuk memutus arus berlebih secara otomatis.

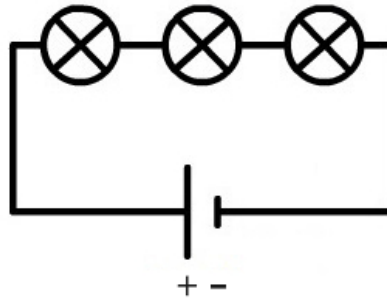


Georg Simon Ohm –
Wikipedia.org

Rangkaian Hambatan Listrik

Hambatan listrik adalah sifat suatu bahan atau komponen untuk menghambat aliran arus listrik. Hambatan memengaruhi cara listrik mengalir dalam rangkaian, terutama dalam konfigurasi seri dan paralel.

a. Rangkaian Seri



Rangkaian seri-Hamulight.com

Rangkaian seri adalah jenis rangkaian listrik di mana komponen-komponen (seperti resistor) disusun dalam satu jalur, sehingga arus listrik yang mengalir melewati setiap komponen adalah sama. Dalam rangkaian ini, muatan listrik hanya memiliki satu jalur untuk mengalir dari sumber tegangan ke semua komponen dan kembali ke sumber. Pada rangkaian seri, semua komponen terhubung dalam satu jalur. Arus yang mengalir melalui setiap komponen adalah sama, tetapi tegangan dibagi di antara komponen. Hambatan total R_{total} dalam rangkaian seri adalah jumlah semua hambatan:

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Jika I_{total} adalah arus total yang dihasilkan oleh sumber tegangan (V), maka arus yang mengalir melalui setiap resistor $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ dalam rangkaian seri adalah:

$$I_{total} = I_2 + I_3 + I_4 + \dots$$

Tegangan total dalam rangkaian seri V_{total} adalah jumlah tegangan pada setiap resistor:

$$V_{total} = V_2 + V_3 + V_4 + \dots$$

Dengan menggunakan Hukum Ohm ($V = I \cdot R$), tegangan pada masing-masing resistor dapat dinyatakan sebagai:

$$V_1 = I_1 \cdot R_1, V_2 = I_2 \cdot R_2, \dots$$

Substitusi ke persamaan tegangan total memberikan:

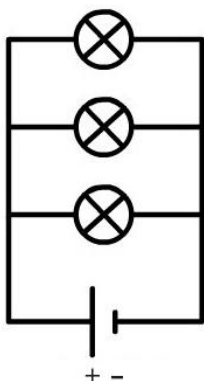
$$V_{total} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 + \dots + I \cdot R_n$$

b. Rangkaian Paralel

Rangkaian paralel adalah konfigurasi di mana komponen listrik seperti resistor dihubungkan pada beberapa jalur terpisah. Dalam rangkaian paralel, setiap komponen memiliki tegangan yang sama tetapi arus dapat berbeda, tergantung pada hambatan masing-masing komponen. Pada rangkaian paralel, komponen terhubung dalam cabang-cabang terpisah. Tegangan pada setiap cabang adalah sama, tetapi arus dibagi di antara cabang-cabang tersebut. Hambatan total dalam rangkaian paralel dihitung dengan rumus:

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

Rangkaian paralel lebih efisien karena hambatan total lebih kecil dibandingkan hambatan individu. Resistor adalah komponen yang memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Dalam rangkaian paralel, resistor-resistor terhubung pada cabang yang berbeda. Hal ini menyebabkan setiap cabang memiliki arus listrik sendiri, tetapi tegangan pada semua resistor tetap sama. Karena hambatan total dalam rangkaian paralel lebih kecil dari hambatan terkecil, konfigurasi ini sangat efektif untuk menurunkan hambatan dalam rangkaian.



Rangkaian paralel-Hamulight.com

c. Persamaan Arus Listrik dalam Rangkaian Paralel

Dalam rangkaian paralel, arus listrik bercabang ke setiap jalur. Arus total adalah jumlah arus yang mengalir melalui setiap cabang. Hubungan ini dapat dinyatakan sebagai:

$$I_{total} = I_2 + I_3 + I_4 + \dots$$

Tegangan (V) pada setiap resistor sama, sehingga arus pada setiap resistor dapat dihitung menggunakan Hukum Ohm:

$$\left(I_n = \frac{V_n}{R_n} \right)$$

di mana R_n adalah hambatan pada cabang ke- n .

Menentukan Perbedaan Hambatan Beberapa Jenis Bahan

Bahan penghantar listrik diklasifikasikan berdasarkan kemampuan menghantarkan listrik:

- Konduktor: Bahan seperti tembaga dan aluminium memiliki hambatan rendah, sehingga mudah menghantarkan arus listrik.
- Semikonduktor: Bahan seperti silikon memiliki hambatan sedang, yang dapat dikendalikan dalam kondisi tertentu. Semikonduktor digunakan dalam perangkat elektronik seperti transistor dan dioda.
- Isolator: Bahan seperti plastik dan kaca memiliki hambatan sangat tinggi, sehingga tidak menghantarkan listrik. Isolator digunakan untuk melindungi perangkat dan manusia dari arus listrik.

Hukum I Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff, atau hukum arus, menyatakan bahwa jumlah arus yang masuk ke suatu titik dalam rangkaian listrik sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik tersebut. Secara matematis:

$$\sum I_{Masuk} = \sum I_{Keluar}$$

Hukum ini didasarkan pada prinsip kekekalan muatan listrik, yang berarti muatan tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Hukum I Kirchhoff sangat penting untuk menganalisis rangkaian listrik yang kompleks dengan banyak cabang, seperti rangkaian paralel. Seorang ilmuwan asal Jerman, Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887), juga berkontribusi besar dalam bidang fisika, khususnya pada kelistrikan dan optika. Gustav Robert Kirchhoff mengemukakan dua hukum dasar dalam kelistrikan:

a. Hukum I Kirchhoff (Hukum Arus):

- ▷ Hukum ini menyatakan bahwa jumlah arus yang masuk ke suatu titik percabangan (node) dalam rangkaian listrik sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik tersebut.
- ▷ Prinsip ini didasarkan pada hukum kekekalan muatan listrik, yang menyatakan bahwa muatan listrik tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

b. Hukum II Kirchhoff (Hukum Tegangan):

- ▷ Hukum ini menyatakan bahwa jumlah aljabar dari semua perubahan tegangan di sepanjang loop tertutup dalam suatu rangkaian listrik sama dengan nol.
- ▷ Prinsip ini didasarkan pada hukum kekekalan energi.



Fakta Menarik



Rumah kita sebenarnya penuh dengan rangkaian paralel!

Semua stop kontak, lampu, dan peralatan listrik di rumah terhubung paralel. Kalau salah satu lampu mati, yang lain tetap menyala. Bayangkan kalau rumah pakai rangkaian seri: satu lampu putus → rumah gelap semua!



3. Energi dan Daya Listrik

Energi Listrik

Energi listrik adalah salah satu bentuk energi yang paling banyak digunakan di era modern dan menjadi fondasi utama berbagai aspek kehidupan, mulai dari penerangan, komunikasi, hingga penggerak mesin serta alat elektronik. Energi ini dapat dihasilkan dari berbagai sumber seperti baterai atau generator, kemudian diubah menjadi bentuk energi lain seperti cahaya, panas, atau gerak. Baterai menjadi salah satu sumber energi listrik yang populer karena mampu menyimpan energi kimia dan mengubahnya menjadi energi listrik untuk perangkat portabel seperti ponsel, laptop, kendaraan listrik, maupun alat medis. Prinsip kerja baterai juga menunjukkan hukum kekekalan energi, yaitu energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, misalnya energi kimia menjadi energi listrik, energi kinetik menjadi energi listrik melalui generator, atau energi matahari menjadi listrik melalui panel surya. Salah satu penerapan energi listrik adalah penyepuhan logam (elektroplating), yaitu proses pelapisan logam dengan logam lain melalui elektrolisis, di mana reaksi kimia dipicu oleh arus listrik dalam larutan elektrolit.

a. Menghitung besarnya energi Listrik

Energi listrik (W) yang digunakan dalam suatu rangkaian dapat dihitung menggunakan rumus:

$$W = V \cdot I \cdot t$$

Di mana:

W : energi listrik (joule, J),

V : tegangan (volt, V),

I : arus listrik (ampere, A),

t : waktu (detik, s).

Jika hambatan (R) diketahui, energi listrik juga dapat dihitung dengan rumus:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t \text{ atau } W = \frac{V^2}{R} \cdot t$$

Contoh Soal

Sebuah alat listrik dengan tegangan 220 volt mengalirkan arus sebesar 2 ampere selama 1 jam. Hitung energi listrik yang digunakan alat tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui:

$$V = 220 \text{ V}, I = 2 \text{ A}, t = 1 \text{ jam} = 3600 \text{ s}$$

Gunakan rumus:

$$W = V \cdot I \cdot t = 220 \cdot 2 \cdot 3600 = 1.584.000 \text{ J (joule)}$$

Energi listrik yang digunakan adalah **1.584.000 joule**.

b. Kesetaraan energi listrik dan kalor

Energi listrik dapat diubah menjadi berbagai bentuk energi, salah satunya adalah **kalor**. Hubungan antara energi listrik dan kalor dijelaskan oleh prinsip kesetaraan energi, di mana energi listrik yang digunakan dalam suatu perangkat dapat diubah seluruhnya menjadi kalor, tergantung pada efisiensi perangkat tersebut. Energi listrik sering diubah menjadi energi kalor, seperti pada pemanas atau setrika listrik. Hubungan antara energi listrik dan kalor dapat dijelaskan dengan persamaan:

$$Q = WQ$$

di mana Q adalah kalor (joule, J), dan W adalah energi listrik. Rumus ini menunjukkan bahwa energi listrik yang digunakan sepenuhnya diubah menjadi kalor jika efisiensi perangkat adalah 100%.

Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dari suatu benda ke benda lain akibat perbedaan suhu. Kalor dihasilkan ketika molekul-molekul dalam suatu benda bergerak lebih cepat, menghasilkan energi termal. Kalor dinyatakan dalam satuan **joule (J)** dalam Sistem Internasional (SI) atau **kalori (cal)** dalam sistem lain. Satu kalori setara dengan energi yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram air sebesar 1°C.

Kalor (Q) yang dihasilkan dalam suatu benda dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Di mana:

Q : kalor (joule atau kalori),

m : massa benda (kg atau gram),

c : kalor jenis benda ($J/(kg \cdot ^\circ C)$ atau $cal/(g \cdot ^\circ C)$)

ΔT : perubahan suhu ($T_{akhir} - T_{awal}$)

Pemanfaatan Listrik dalam Aktivitas Sehari-hari

Listrik telah menjadi bagian integral dalam kehidupan sehari-hari melalui berbagai teknologi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan.

a. Setrika Listrik

Setrika listrik adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas untuk merapikan pakaian. Prinsip kerjanya berdasarkan elemen pemanas di dalam setrika yang memiliki hambatan tinggi. Ketika arus listrik mengalir melalui elemen pemanas, energi listrik diubah menjadi energi kalor sesuai dengan hukum $W = I^2 \cdot R \cdot t$. Energi panas ini kemudian menghantarkan panas melalui pelat logam di dasar setrika, yang membantu meluruskan serat kain pada pakaian. Setrika modern dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memastikan bahwa panas yang dihasilkan sesuai dengan jenis kain yang disetrika, sehingga pakaian tidak rusak.



Setrika Listrik –
Wikipedia.org

b. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah salah satu teknologi penerangan paling awal yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya dan panas. Ketika arus listrik mengalir melalui filamen tungsten di dalam bola lampu, filamen memanaskan hingga suhu sangat tinggi, biasanya sekitar 2500°C, yang membuatnya memancarkan cahaya. Prinsip ini dikenal sebagai **pemancaran termal**. Sebagian besar energi listrik pada lampu pijar diubah menjadi panas, sehingga efisiensinya relatif rendah dibandingkan teknologi modern seperti lampu LED. Meskipun demikian, lampu pijar tetap digunakan untuk keperluan tertentu, terutama di tempat yang membutuhkan cahaya hangat dan natural.

c. Lampu Tabung

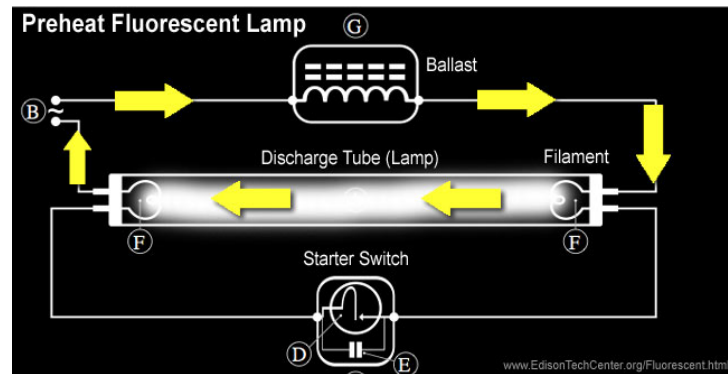


Diagram lampu tabung-EdisonTechnologyCenter.com

Lampu tabung atau lampu fluoresen menggunakan energi listrik untuk merangsang atom gas di dalam tabung, yang memancarkan cahaya ultraviolet. Sinar ini kemudian diubah menjadi cahaya tampak oleh lapisan fosfor di dalam tabung. Teknologi ini lebih efisien dibandingkan lampu pijar. Lampu ini bekerja dengan mengalirkan arus listrik melalui gas, seperti argon atau neon, di dalam tabung, yang menyebabkan atom gas tersebut memancarkan sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet ini kemudian diubah menjadi cahaya tampak oleh lapisan fosfor yang melapisi bagian dalam tabung. Karena energi listrik lebih banyak diubah menjadi cahaya daripada panas, lampu tabung lebih hemat energi. Teknologi ini sering digunakan di rumah, kantor, dan tempat umum karena kemampuannya memberikan penerangan yang terang dan merata.

Daya Listrik

Daya listrik adalah laju penggunaan energi listrik dalam suatu perangkat. Daya listrik menunjukkan seberapa cepat energi digunakan dan dinyatakan dalam satuan watt (W). Daya listrik adalah besaran yang menunjukkan laju penggunaan energi listrik oleh suatu perangkat. Besaran ini sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam mengukur konsumsi energi listrik di rumah tangga dan mengelola penggunaan daya listrik.

a. Rumus Daya Listrik:

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

Di mana:

P : daya listrik (watt, W),

W : energi listrik yang digunakan (joule, J),

t : waktu penggunaan energi (detik, s).

atau

$$P = V \cdot I$$

Di mana:

P : daya listrik (watt, W),

V : tegangan listrik (volt, V),

I : kuat arus listrik (ampere, A).

Jika hambatan diketahui, rumus daya dapat ditulis sebagai:

$$P = I^2 \cdot R$$

Di mana:

P : daya listrik (watt, W),

I : kuat arus listrik (ampere, A),

R : hambatan listrik (ohm, Ω).

atau

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Di mana:

P : daya listrik (watt, W),

V : tegangan listrik (volt, V),

R : hambatan listrik (ohm, Ω).

Contoh Soal

Sebuah alat listrik dengan tegangan 220 volt dan arus 5 ampere digunakan. Hitung daya listrik alat tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui:

$$V = 220 \text{ V}, I = 5 \text{ A}$$

Gunakan rumus:

$$P = V \cdot I = 220 \cdot 5 = 1100 \text{ W}$$

Daya listrik alat tersebut adalah **1100 watt**.

b. kWh meter:

- ▷ Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur energi listrik yang digunakan oleh pelanggan. Satuan yang digunakan adalah kilowatt/jam yang menunjukkan jumlah energi listrik sebesar 1 kilowatt (1000 watt) yang digunakan selama 1 jam. Alat ini biasanya dipasang di setiap rumah atau bangunan yang terhubung dengan jaringan listrik PLN.
- ▷ kWh meter tradisional menggunakan sistem mekanis dengan roda berputar untuk mencatat konsumsi listrik, sementara versi modern menggunakan teknologi digital. Meteran listrik ini memungkinkan pelanggan memantau konsumsi listrik mereka dalam satuan waktu tertentu.



MCB-Wikipedia.com

a. MCB:

- ▷ Merupakan perangkat pengaman yang berfungsi untuk memutus aliran listrik secara otomatis jika terjadi kelebihan beban listrik (*overload*) atau hubungan pendek (*korsleting*) dalam rangkaian listrik. MCB menggantikan sekering tradisional dengan sistem yang lebih aman dan mudah digunakan.
- ▷ Cara kerja MCB adalah dengan menggunakan sensor termal atau elektromagnetik yang mendeteksi arus berlebih. Ketika arus listrik melebihi kapasitas yang ditentukan, MCB akan memutus aliran listrik untuk melindungi perangkat elektronik dan mencegah kebakaran. Setelah penyebab masalah diperbaiki, MCB dapat diaktifkan kembali dengan cara manual, berbeda dengan sekering yang harus diganti setelah putus.

b. Listrik pintar:

- ▷ Program inovatif dari PLN yang menggantikan sistem pembayaran listrik pascabayar dengan prabayar. Dalam sistem ini, pelanggan menggunakan token listrik untuk membeli jumlah energi listrik tertentu yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Sistem ini mirip dengan pengisian pulsa pada ponsel.
- ▷ Listrik pintar memiliki beberapa keunggulan, antara lain:
 - Kontrol Penggunaan: Pelanggan dapat mengontrol penggunaan listrik mereka berdasarkan jumlah token yang dibeli, sehingga lebih hemat.
 - Tidak Ada Tagihan Bulanan: Dengan sistem prabayar, pelanggan tidak perlu khawatir tentang tagihan bulanan yang membengkak.
 - Keamanan Lebih Tinggi: Meteran listrik pintar terintegrasi dengan MCB yang secara otomatis memutus aliran listrik jika terjadi beban berlebih.
 - Kemudahan Pengisian: Token listrik dapat dibeli dengan mudah melalui aplikasi, minimarket, atau layanan online.



4. Sumber Energi Listrik di Kehidupan Sehari-hari

Sumber Arus Listrik

Energi listrik memainkan peran penting dalam kehidupan modern. Arus listrik dihasilkan dari perbedaan potensial yang menyebabkan elektron bergerak melalui penghantar. Sumber Arus Listrik adalah perangkat yang mampu menghasilkan perbedaan potensial untuk mengalirkan arus listrik dalam rangkaian. Dua sumber arus listrik yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai dan aki, yang keduanya menghasilkan energi listrik melalui reaksi kimia.

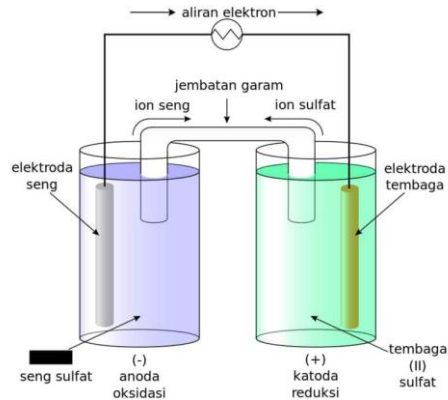


Aki-Wikipedia.com dan Batrai-Amigoenergy.com

Baterai dan aki memiliki gaya gerak listrik (GGL), yaitu tegangan maksimum yang dihasilkan saat tidak ada arus yang mengalir. Ketika digunakan, GGL akan berkurang karena adanya hambatan dalam dari bahan penyusunnya. Sumber GGL dapat menghasilkan arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC). DC mengalir dalam satu arah, contohnya baterai dan aki, sedangkan AC terus berganti arah seperti listrik dari PLN dengan frekuensi 50 Hz. DC umumnya digunakan pada perangkat portabel, sedangkan AC lebih efisien untuk distribusi energi skala besar. Baterai disebut elemen kering karena menggunakan pasta elektrolit yang kental, misalnya baterai seng-karbon dengan seng sebagai anoda, karbon sebagai katoda, dan pasta amonium klorida sebagai elektrolit. Aki disebut elemen basah karena menggunakan larutan elektrolit cair, biasanya asam sulfat, sehingga mampu menghasilkan daya lebih besar dan digunakan pada kendaraan bermotor. Pada baterai primer, reaksi kimia yang terjadi bersifat irreversibel sehingga tidak dapat diisi ulang. Contohnya, pada baterai seng-karbon, anoda seng mengalami oksidasi menjadi ion seng, sedangkan di katoda terjadi reduksi ion amonium dan mangan dioksida, menghasilkan perbedaan potensial yang mendorong arus listrik mengalir dalam rangkaian.

a. Elemen Volta

Elemen volta adalah sumber arus listrik sederhana yang ditemukan oleh Alessandro Volta. Elemen ini terdiri dari dua logam berbeda, seperti tembaga (Cu) dan seng (Zn), yang dicelupkan ke dalam larutan elektrolit (asam sulfat encer). Reaksi kimia antara logam dan elektrolit menghasilkan perbedaan potensial, yang menciptakan arus listrik. Meskipun sederhana, elemen volta memiliki kelemahan, yaitu cepat habis karena larutan elektrolitnya mudah menguap dan menghasilkan gelembung gas yang mengganggu.



Elemen volta-Superprof.com

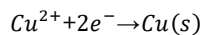
b. Elemen Daniel

Elemen Daniel adalah pengembangan dari elemen volta yang lebih stabil. Elemen ini menggunakan dua elektroda: seng (*Zn*) di dalam larutan seng sulfat (*ZnSO₄*) sebagai anoda dan tembaga (*Cu*) di dalam larutan tembaga sulfat (*CuSO₄*) sebagai katoda. Elektroda dipisahkan oleh pembatas pori-pori yang mencegah pencampuran larutan. Reaksi kimia dalam elemen ini menghasilkan arus listrik dengan tegangan lebih stabil, sehingga banyak digunakan dalam eksperimen ilmiah. Dalam elemen listrik, depolarisator adalah zat yang digunakan untuk menghilangkan efek polarisasi, yaitu penumpukan gas atau zat tertentu yang menghambat reaksi kimia dan menurunkan efisiensi arus listrik. Dalam elemen Daniel, tembaga sulfat (*CuSO₄*) berfungsi sebagai depolarisator.

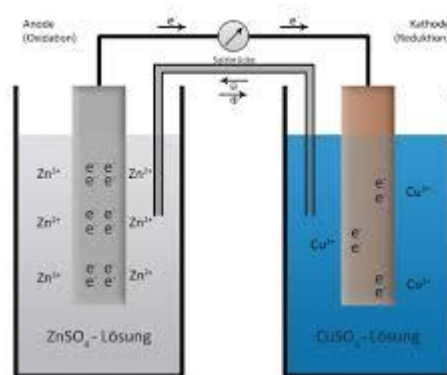
▷ Fungsi Depolarisator:

Tembaga sulfat menyediakan ion tembaga (*Cu²⁺*) yang mengendap di permukaan elektroda tembaga (katoda) saat menerima elektron. Reaksi ini mencegah terbentuknya gas hidrogen yang biasanya menumpuk di elektroda dan menyebabkan polarisasi dalam elemen volta.

▷ Reaksi di Katoda:



Ion tembaga (*Cu²⁺*) direduksi menjadi logam tembaga (*Cu*) yang mengendap pada elektroda katoda.



Elemen Daniel-Commons.wikimedia.org

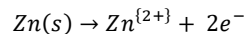
c. Elemen Kering

Elemen kering adalah baterai yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti baterai senter atau jam dinding. Elemen ini menggunakan pasta elektrolit, bukan cairan, sehingga lebih praktis dan tidak mudah tumpah. Elektroda terdiri dari batang karbon (C) sebagai katoda dan seng (Zn) sebagai anoda.

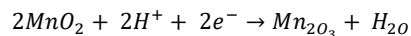


Baterai sebagai elemen kering-Wikipedia.com

Elemen kering merupakan sumber energi listrik yang praktis dan portabel karena menggunakan elektrolit berbentuk pasta sehingga aman dari risiko tumpahan. Namun, elemen ini memiliki kapasitas terbatas sehingga hanya cocok untuk perangkat dengan kebutuhan daya rendah hingga menengah. Selain itu, elemen kering tergolong elemen primer, artinya reaksi kimianya bersifat irreversibel dan tidak dapat diisi ulang setelah habis, dengan tegangan standar sekitar 1,5 volt. Cara kerja elemen kering didasarkan pada reaksi kimia yang menghasilkan arus listrik. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi:



Elektron yang dilepaskan mengalir melalui rangkaian luar sehingga timbul arus listrik. Pada katoda terjadi reaksi reduksi:



Elektron dari anoda diterima oleh katoda melalui rangkaian luar, sedangkan pasta elektrolit berfungsi menghantarkan ion-ion agar reaksi kimia tetap seimbang. Dengan mekanisme ini, elemen kering dapat menghasilkan arus listrik yang digunakan untuk mengoperasikan berbagai perangkat portabel.

d. Aki

Aki (accumulator) adalah sumber arus listrik yang dapat diisi ulang. Aki menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai elektrolit dan elektroda berupa timbal (Pb) serta timbal dioksida (PbO_2). Ketika digunakan, reaksi kimia menghasilkan arus listrik, sementara saat diisi ulang, reaksi ini berlangsung sebaliknya. Aki banyak digunakan pada kendaraan bermotor dan sistem penyimpanan energi skala kecil.

▷ Jenis Aki yang Umum Digunakan:

Aki memiliki beberapa jenis dengan karakteristik berbeda sesuai kebutuhan. Aki basah menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai elektrolit, banyak dipakai pada kendaraan bermotor, namun memerlukan perawatan rutin untuk menambah cairan elektrolit. Aki kering menggunakan gel elektrolit yang lebih tahan tumpahan, bebas perawatan, dan umum digunakan pada kendaraan modern, UPS, maupun perangkat portabel. Aki lithium-ion lebih ringan dengan kapasitas energi lebih besar, sehingga banyak dipakai pada kendaraan listrik, laptop, dan perangkat elektronik portabel. Aki AGM (Absorbent Glass Mat) memiliki elektrolit yang diserap serat kaca sehingga lebih stabil, tahan lama, dan cocok untuk kendaraan yang sering mengalami

guncangan. Sementara itu, aki gel menggunakan elektrolit berbentuk gel silikon yang membuatnya lebih tahan terhadap panas dan getaran, serta banyak dimanfaatkan pada sistem tenaga surya atau aplikasi dengan kebutuhan daya tinggi.



Aki-Autogroup.com

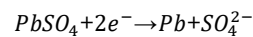
► Proses Perubahan Energi:

Dalam aki, perubahan energi terjadi antara energi listrik dan energi kimia. Proses ini melibatkan reaksi kimia reversibel yang berbeda selama proses pengosongan (*discharging*) dan pengisian (*charging*).

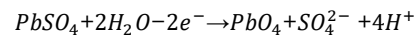
1) Saat Pengisian (Charging):

Energi listrik dari sumber daya (seperti alternator kendaraan atau charger) diubah menjadi energi kimia di dalam aki. Reaksi kimia yang terjadi:

Anoda (*Pb*):



Katoda (*PbO₂*):

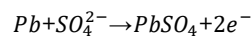


Elektrolit (*H₂SO₄*) akan pulih kembali konsentrasinya saat proses pengisian berlangsung.

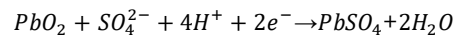
2) Saat Pengosongan (Discharging):

Energi kimia dalam aki diubah menjadi energi listrik untuk menggerakkan perangkat. Reaksi kimia yang terjadi:

Anoda:



3) Katoda:



Perubahan ini menunjukkan bahwa aki bekerja berdasarkan prinsip reversibilitas energi, yang membuatnya dapat diisi ulang untuk digunakan berulang kali.

Nilai Tegangan Listrik

Tegangan listrik (V) adalah beda potensial yang mendorong muatan listrik mengalir melalui penghantar, diukur dalam satuan volt (V) dan nilainya berbeda-beda tergantung sumbernya. Contohnya, baterai kecil memiliki tegangan 1,5 volt, aki kendaraan 12 volt, sedangkan listrik rumah tangga umumnya 220 volt. Besarnya tegangan ini memengaruhi kuat arus yang dapat mengalir melalui suatu perangkat.



Voltmeter-Wikimedia.com

GGL dan Tegangan Jepit

Gaya Gerak Listrik (GGL) adalah tegangan maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumber listrik saat tidak ada arus yang mengalir dalam rangkaian. Tegangan ini mencerminkan kemampuan sumber listrik untuk menghasilkan energi.

Tegangan Jepit adalah tegangan yang terukur di terminal sumber listrik saat arus mengalir. Nilainya lebih kecil dari GGL karena adanya hambatan dalam (r) dalam sumber listrik. Hubungan antara GGL (E), tegangan jepit (V), dan arus (I) dirumuskan sebagai:

$$V = E - I \cdot r$$

Sumber Energi Listrik Alternatif

Energi alternatif bermula dari kebutuhan untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi fosil yang ketersediaannya semakin menipis serta dampaknya yang merusak lingkungan. Energi fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara, menghasilkan emisi karbon yang berkontribusi pada pemanasan global dan perubahan iklim. Pertumbuhan populasi dan industrialisasi memicu kebutuhan akan sumber energi baru yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Perkembangan teknologi modern juga mendorong eksplorasi sumber-sumber energi terbarukan, seperti matahari, angin, air, dan biomassa. Energi alternatif kini menjadi solusi utama untuk menciptakan sistem energi yang lebih bersih, efisien, dan dapat diperbarui. Pengembangan sumber energi alternatif menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik secara berkelanjutan. Berikut adalah beberapa jenis pembangkit energi listrik alternatif:

a. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi listrik melalui efek fotovoltaiik. Teknologi ini cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia yang memiliki paparan sinar matahari

sepanjang tahun. PLTS menggunakan panel surya untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Ketika sinar matahari menyinari sel fotovoltaiik, foton dari cahaya matahari akan melepaskan elektron di dalam material semikonduktor (seperti silikon). Elektron yang bergerak ini menciptakan arus listrik.

Komponen Utama:

- ▷ Panel surya (sel fotovoltaiik) untuk menangkap sinar matahari.
- ▷ Inverter untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC).
- ▷ Baterai untuk menyimpan energi listrik.



Panel Surya-Wikipedia.com

b. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB)

PLTPB memanfaatkan panas dari dalam bumi untuk menghasilkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin. Sumber energi ini ramah lingkungan dan cocok untuk wilayah dengan aktivitas geotermal tinggi. PLTPB memanfaatkan panas alami dari dalam bumi untuk menghasilkan listrik. Air yang dipompa ke dalam tanah bersuhu tinggi berubah menjadi uap karena panas dari magma. Uap ini digunakan untuk menggerakkan turbin, yang kemudian menggerakkan generator listrik. PLTPB sangat cocok untuk wilayah dengan aktivitas vulkanik tinggi. Energi ini berkelanjutan karena panas bumi hampir tidak habis.

Komponen Utama:

- ▷ Sumur panas bumi untuk mengekstraksi panas dari dalam bumi.
- ▷ Turbin uap untuk mengubah energi termal menjadi energi kinetik.
- ▷ Generator untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.



Pembangkit Listrik panas bumi-Wikipedia.com

c. Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Energi angin digunakan untuk memutar baling-baling turbin yang terhubung dengan generator. Pembangkit ini sangat efektif di daerah dengan angin kencang dan konsisten, seperti di pantai. Pembangkit listrik tenaga angin menggunakan turbin angin untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Ketika angin memutar baling-baling turbin, poros di dalam turbin akan memutar generator yang menghasilkan arus listrik. Pembangkit tenaga angin sangat efektif di daerah pantai atau perbukitan yang memiliki angin kencang dan konsisten.

Komponen Utama:

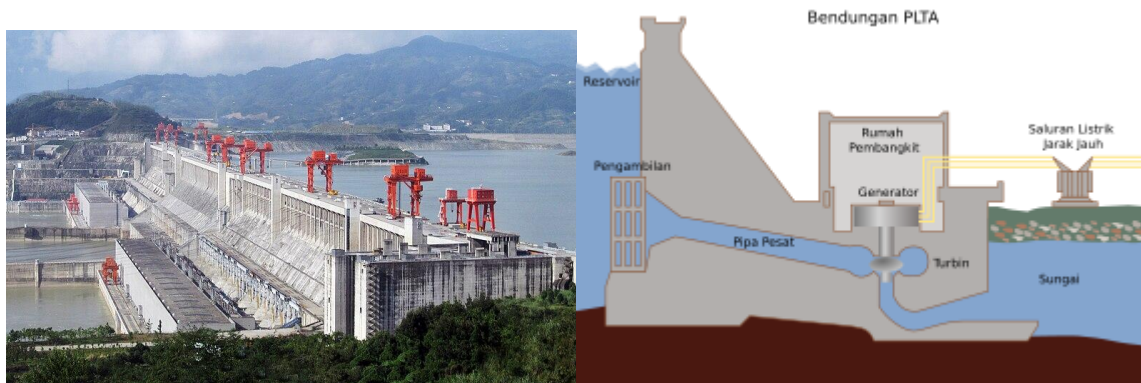
- ▷ Baling-baling turbin untuk menangkap energi angin.
- ▷ Generator untuk mengubah energi putaran menjadi listrik.
- ▷ Inverter untuk mengubah listrik DC menjadi AC.

d. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

PLTA memanfaatkan aliran air sungai atau bendungan untuk menggerakkan turbin seperti di daerah dengan sungai atau pegunungan yang melimpah seperti Indonesia. Teknologi ini juga dapat berfungsi sebagai pengelola air untuk irigasi. Air dialirkan dari bendungan dengan tekanan tinggi menuju turbin, yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik.

Komponen Utama:

- ▷ Bendungan untuk menampung air dan menghasilkan tekanan.
- ▷ Turbin untuk menangkap energi kinetik air.
- ▷ Generator untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.



Pembangkit listrik tenaga air dan skemanya-Wikipedia.com

e. Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut

Pembangkit ini menggunakan perbedaan ketinggian air laut saat pasang dan surut untuk menghasilkan energi listrik. Wilayah pesisir berpotensi untuk pengembangan teknologi ini. Energi potensial gravitasi dari air yang bergerak diubah menjadi energi kinetik, lalu menjadi energi listrik.

Komponen Utama:

- ▷ Bendungan atau pintu air untuk menangkap perbedaan pasang surut.
- ▷ Turbin untuk mengubah aliran air menjadi putaran.
- ▷ Generator untuk menghasilkan listrik.



Pembangkit Listrik Pasang Surut-Wikipedia.com

f. Bioenergi

Bioenergi adalah energi yang diperoleh dari bahan organik, seperti limbah pertanian, kotoran hewan, atau tumbuhan. Proses pembakaran atau fermentasi bahan organik ini menghasilkan gas metana (CH_4) atau panas, yang kemudian menghasilkan listrik. Bioenergi dapat mengurangi limbah organik dan menghasilkan energi secara lokal dengan dampak lingkungan yang lebih kecil dibandingkan bahan bakar fosil.

Komponen Utama:

- ▷ Digester untuk fermentasi bahan organik menjadi biogas.
- ▷ Generator untuk mengubah energi kimia menjadi listrik.
- ▷ Sistem pembakaran untuk memanfaatkan energi panas.

Penghematan Energi Listrik

Penghematan energi listrik adalah salah satu langkah penting untuk menjaga ketersediaan energi bagi generasi mendatang dan mengurangi dampak lingkungan akibat penggunaan energi yang berlebihan. Dalam kehidupan sehari-hari, sikap hemat energi perlu diterapkan oleh setiap individu untuk mendukung keberlanjutan sumber daya.

a. Sikap Hemat Energi yang Harus Kita Lakukan

- ▷ Mematikan Perangkat Listrik Saat Tidak Digunakan:
Kebiasaan seperti mematikan lampu, kipas angin, atau perangkat elektronik saat tidak digunakan dapat mengurangi konsumsi listrik yang tidak perlu.
- ▷ Menggunakan Perangkat Hemat Energi:
Mengganti perangkat konvensional dengan perangkat hemat energi, seperti menggunakan lampu LED dibandingkan lampu pijar, membantu mengurangi penggunaan listrik secara signifikan.
- ▷ Mengoptimalkan Penggunaan Energi Alami:
Memanfaatkan pencahayaan alami di siang hari dan ventilasi udara untuk mengurangi ketergantungan pada listrik adalah cara sederhana untuk menghemat energi.

- ▷ Menggunakan Peralatan dengan Teknologi Inverter:

Peralatan seperti AC dan kulkas dengan teknologi inverter lebih efisien dalam penggunaan listrik dibandingkan model konvensional.

- ▷ Meningkatkan Kesadaran dan Edukasi:

Meningkatkan pengetahuan tentang pentingnya penghematan energi dan menerapkannya di rumah, sekolah, dan tempat kerja dapat membantu menciptakan perubahan kolektif.

b. **Urgensi Penghematan Energi Listrik**

- ▷ Mengurangi Beban Lingkungan:

Penggunaan listrik yang berlebihan meningkatkan emisi karbon dioksida dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil, yang berdampak pada pemanasan global dan perubahan iklim.

- ▷ Menjaga Ketersediaan Energi:

Energi fosil adalah sumber daya yang terbatas. Hemat energi membantu memperpanjang ketersediaannya untuk generasi mendatang.

- ▷ Efisiensi Ekonomi:

Mengurangi konsumsi listrik berarti menurunkan biaya tagihan rumah tangga dan operasional industri.

- ▷ Mendukung Keberlanjutan Global:

Penghematan energi merupakan bagian dari upaya internasional untuk mencapai target keberlanjutan, seperti yang diatur dalam Agenda PBB 2030 untuk Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

- ▷ Mengurangi Ketergantungan pada Energi Impor:

Di beberapa negara, termasuk Indonesia, penghematan energi membantu mengurangi kebutuhan impor bahan bakar untuk pembangkit listrik, meningkatkan kemandirian energi nasional.

c. **Penemuan Terbaru untuk Mendukung Penghematan Energi**

- ▷ Teknologi Panel Surya Efisiensi Tinggi:

Secara global, inovasi terbaru dalam teknologi fotovoltaik menghasilkan panel surya yang lebih efisien dan terjangkau. Panel ini memungkinkan lebih banyak rumah tangga dan perusahaan menggunakan energi matahari untuk kebutuhan listrik.

- ▷ Smart Grid (Jaringan Listrik Cerdas):

Di banyak negara, termasuk Indonesia, jaringan listrik cerdas sedang dikembangkan untuk mengoptimalkan distribusi energi secara efisien. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk mengelola konsumsi energi dengan lebih baik.

- ▷ Peralatan Berbasis IoT (Internet of Things):

Peralatan rumah tangga pintar yang terhubung dengan IoT dapat dimatikan atau dikendalikan dari jarak jauh untuk menghindari pemborosan energi. Contohnya adalah AC pintar yang dapat menyesuaikan suhu secara otomatis.

- ▷ Bangunan Berkonsep Energi Rendah (Low-Energy Building):

Di tingkat internasional, banyak bangunan modern dirancang dengan konsep hemat energi, seperti menggunakan kaca insulasi termal dan sistem pencahayaan otomatis berbasis sensor.

▷ Mobil Listrik dan Infrastruktur Pengisian:

Mobil listrik menjadi alternatif hemat energi di sektor transportasi. Pemerintah di banyak negara, termasuk Indonesia, mendorong penggunaan mobil listrik dengan menyediakan infrastruktur pengisian daya yang efisien.

Contoh Soal

Sebuah aki memiliki GGL $E=12\text{ V}$ dan hambatan dalam $r = 0,5\ \Omega$. Jika aki digunakan untuk menyalakan lampu sehingga arus yang mengalir sebesar 2 A , tentukan besar tegangan jepit pada aki tersebut!

Jawaban benar: $V = 11\text{ V}$

Pembahasan:

$$V = E - I \cdot r$$

$$V = 12 - (2 \times 0,5)$$

$$V = 12 - 1 = 11\text{ V}$$



Fakta Menarik



Fenomena tegangan jepit sama dengan baterai HP!

Saat HP dipakai main game berat, baterai terasa cepat habis karena arus besar membuat tegangan jepit lebih rendah. Itulah kenapa HP bisa tiba-tiba mati padahal indikator masih menunjukkan 10–15%.

Rangkuman

Bab ini membahas secara rinci konsep-konsep dasar listrik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Pada awal pembahasan, kita memahami bahwa listrik statis dihasilkan dari muatan listrik yang tidak bergerak dan melibatkan fenomena seperti gaya Coulomb, medan listrik, dan potensial listrik. Fenomena ini penting dalam memahami dasar-dasar interaksi antara muatan listrik. Kelistrikan pada makhluk hidup juga dijelaskan, termasuk peran listrik dalam sistem saraf, jantung, dan bahkan kemampuan unik hewan seperti belut listrik dan pari listrik.

Selanjutnya, pada rangkaian listrik, dibahas hubungan antara arus listrik, tegangan, hambatan, dan hukum-hukum dasar seperti Hukum Ohm dan Hukum I Kirchhoff, yang menjadi landasan untuk memahami aliran listrik dalam rangkaian sederhana maupun kompleks. Penerapan rangkaian seri dan paralel dalam kehidupan sehari-hari memberikan gambaran bagaimana konsep-konsep ini digunakan secara praktis.

Dalam subbab energi dan daya listrik, kita memahami bagaimana energi listrik dihitung, bagaimana ia diubah menjadi energi lain seperti kalor, dan pentingnya efisiensi penggunaan daya listrik. Teknologi seperti lampu pijar, lampu tabung, dan setrika listrik mencerminkan bagaimana energi listrik dimanfaatkan secara efektif dalam berbagai perangkat rumah tangga.

Bab ini juga mengupas tentang sumber energi listrik, baik dari elemen-elemen seperti Volta, Daniel, elemen kering, dan aki, hingga sumber energi listrik alternatif seperti PLTS, PLTA, tenaga angin, dan bioenergi. Prinsip kerja dari sumber-sumber ini menyoroti inovasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Terakhir, subbab penghematan energi listrik mengingatkan kita akan tanggung jawab untuk menggunakan listrik secara bijak. Sikap hemat energi, dikombinasikan dengan teknologi terbarukan seperti perangkat hemat energi dan jaringan listrik pintar, dapat membantu melestarikan sumber daya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Latihan Soal

1. Dua muatan masing-masing $q_1 = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$ dan $q_2 = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$ diletakkan pada jarak 0,3 m. Besar gaya Coulomb antara keduanya adalah ...
 - A. 200 N
 - B. 300 N
 - C. 600 N
 - D. 900 N
2. Organ listrik pada belut listrik dapat menghasilkan tegangan hingga ratusan volt. Fungsi utama organ listrik tersebut adalah ...
 - A. Menyimpan energi kimia
 - B. Menghasilkan gaya mekanik
 - C. Melumpuhkan mangsa dan pertahanan diri
 - D. Mengatur peredaran darah
3. Sebuah hambatan $20 \ \Omega$ dihubungkan dengan sumber tegangan 10 V. Besar arus yang mengalir pada rangkaian adalah ...
 - A. 0,25 A
 - B. 0,5 A
 - C. 1 A
 - D. 2 A
4. Tiga hambatan $R_1 = 6$, $R_2 = 3$, dan $R_3 = 2$ disusun paralel. Hambatan pengganti rangkaian adalah ...
 - A. 1 Ω
 - B. 2 Ω
 - C. 3 Ω
 - D. 4 Ω
5. Sebuah setrika listrik berdaya 400 W digunakan selama 2 jam. Energi listrik yang digunakan adalah ...
 - A. $2,4 \times 10^5 \text{ J}$
 - B. $2,8 \times 10^5 \text{ J}$
 - C. $3,2 \times 10^6 \text{ J}$
 - D. $4,0 \times 10^6 \text{ J}$
6. Manakah sumber energi listrik berikut yang termasuk energi terbarukan?
 - A. Aki
 - B. PLTA
 - C. Elemen Volta
 - D. Elemen Daniel
7. Cara berikut yang bukan termasuk penghematan energi listrik adalah ...

- A. Menggunakan lampu LED
- B. Mematikan peralatan listrik saat tidak digunakan
- C. Menggunakan AC dengan suhu terlalu rendah
- D. Menggunakan peralatan berlabel hemat energi

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 6

Referensi

- Giancoli, D.C. (2000). *Physics: Principles with Applications*. 5th Edition. Pearson Education.
- Serway, R.A., & Jewett, J.W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. 10th Edition. Cengage Learning.
- Tipler, P.A., & Mosca, G. (2008). *Physics for Scientists and Engineers*. 6th Edition. W.H. Freeman and Company.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of Physics*. 10th Edition. Wiley.
- Sutrisno, B. (2019). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Kurikulum 2013. Erlangga.
- Widodo, T. (2018). *Fisika Dasar*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI (2020). *Buku Guru dan Buku Siswa IPA SMP/MTs Kelas IX*. Kurikulum 2013. Kemdikbud.
- UNESCO (2019). *Science for Sustainable Development: Energy Education Resources*. UNESCO Publishing.
- Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia No. 49 Tahun 2018. Tentang Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan.
- International Energy Agency (IEA). *Energy Technology Perspectives 2020*. Paris: IEA.

BAB 7:

MAGNET DAN GAYA GERAK LISTRIK

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar Kritis, Peduli Lingkungan, Kolaboratif

Kata Kunci: Keanekaragaman hayati, ekosistem, genetik, spesies endemik, konservasi, ancaman ekologis, taksonomi, klasifikasi makhluk hidup

Tujuan Pembelajaran: Menjaga Keanekaragaman Hayati untuk Masa Depan

1. Mempraktikkan Pembuatan Magnet

- ▷ Menunjukkan cara membuat magnet melalui metode tertentu seperti gosokan, induksi, atau elektromagnet.
- ▷ Menjelaskan cara menghasilkan sifat kemagnetan pada benda-benda tertentu.

2. Memahami Teori Kemagnetan Bumi

- ▷ Menjelaskan bagaimana bumi berfungsi sebagai magnet raksasa.
- ▷ Menguraikan peran medan magnet bumi dalam kehidupan sehari-hari, seperti navigasi kompas.

3. Menganalisis Sifat Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

- ▷ Menggambarkan pola medan magnet di sekitar kawat berarus listrik secara kualitatif.

- ▷ Melakukan percobaan untuk memvisualisasikan sifat medan magnet tersebut.

4. Menjelaskan Elektromagnet dan Penerapannya

- ▷ Menguraikan prinsip kerja elektromagnet.
- ▷ Memberikan contoh penerapan elektromagnet pada teknologi modern, seperti bel listrik dan motor.

5. Mengeksplorasi Penggunaan Gaya Lorentz

- ▷ Mengidentifikasi bagaimana gaya Lorentz bekerja pada alat listrik.
- ▷ Menemukan contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada motor listrik dan generator.

6. Menyelidiki Induksi Elektromagnetik melalui Percobaan

- ▷ Menjelaskan hubungan antara jumlah garis gaya magnet dengan terjadinya gaya gerak listrik (GGL) induksi.
- ▷ Melakukan percobaan untuk membuktikan prinsip ini.

7. Menguraikan Prinsip Kerja Dinamo dan Generator

- ▷ Menjelaskan cara kerja dinamo dalam menghasilkan listrik.
- ▷ Menguraikan prinsip generator sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

8. Menganalisis Hubungan Tegangan, Arus, dan Jumlah Kumpan pada Transformator

- ▷ Menghitung hubungan matematis antara jumlah lilitan kumparan primer dan sekunder, tegangan, serta arus listrik.
- ▷ Menggunakan hukum-hukum fisika untuk menjelaskan fenomena ini.



F I T R I



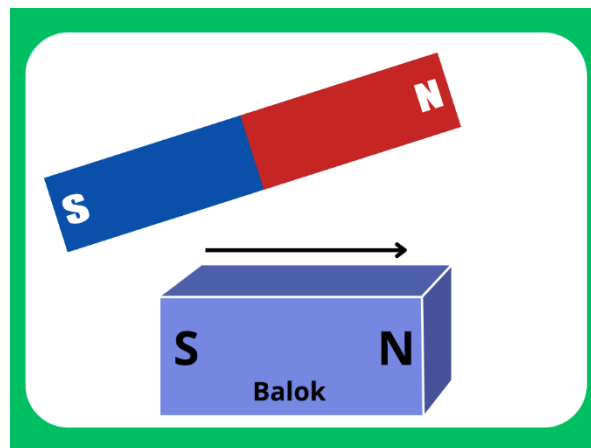
1. Klasifikasi dan Cara Membuat Magnet

Klasifikasi Benda Berdasarkan Sifat Kemagnetannya

Benda-benda di sekitar kita dapat dikelompokkan berdasarkan sifat kemagnetannya menjadi tiga kategori utama. Penggolongan ini membantu kita memahami mengapa tidak semua benda di sekitar kita bisa menjadi magnet atau dipengaruhi oleh magnet. Sifat-sifat tersebut ditentukan oleh struktur atom dan elektron di dalam material. Pengembangan teknologi berbasis magnet, seperti motor listrik dan generator adalah contoh penerapan ilmu penggolongan sifat kemagnetan. Berikut adalah klasifikasi benda berdasarkan sifat kemagnetannya.

- Benda feromagnetik adalah benda yang sangat mudah ditarik oleh magnet, seperti besi, nikel, dan kobalt. Material ini memiliki sifat magnetik yang kuat karena susunan atomnya membentuk domain magnetik yang teratur.
- Benda paramagnetik hanya sedikit dipengaruhi oleh magnet, seperti aluminium dan platina. Magnet hanya menarik benda ini dengan kekuatan yang sangat lemah.
- Benda diamagnetik tidak dapat ditarik oleh magnet sama sekali. Bahkan, mereka cenderung ditolak oleh medan magnet, contohnya adalah tembaga dan emas.

Cara Membuat Magnet



Kutub yang terbentuk pada balok besi setelah digosok ke magnet-Canva.com

Magnet dapat dibuat dengan beberapa metode sederhana, yaitu **gosokan**, **induksi**, dan **arus listrik**.

- Metode gosokan: sebuah benda feromagnetik digosok berulang kali dengan kutub magnet, sehingga domain magnetiknya menjadi sejajar. Sebagai contoh, batang besi yang digosok dengan magnet akan perlahan-lahan menjadi magnet.
- Metode induksi: menggunakan medan magnet dari magnet permanen untuk menginduksi sifat kemagnetan pada benda feromagnetik.
- Metode arus listrik: memanfaatkan aliran listrik pada kawat yang dililitkan pada benda feromagnetik. Jika arus listrik dialirkan, medan magnet akan terbentuk di sekitar kawat dan mengubah benda tersebut menjadi magnet sementara. Metode ini sering digunakan dalam pembuatan elektromagnet.

Contoh Soal

Sebuah batang besi diletakkan berdekatan dengan magnet permanen tanpa digosok. Setelah beberapa waktu, batang besi tersebut dapat menarik paku kecil di dekatnya. Proses terbentuknya magnet pada batang besi tersebut disebut...

Jawaban Benar: Induksi

Pembahasan:

Ketika batang besi berada dekat dengan magnet permanen, medan magnet dari magnet permanen memengaruhi domain-domain magnetik pada batang besi. Domain yang semula acak menjadi sejajar sehingga batang besi memperoleh sifat kemagnetan sementara. Proses ini disebut induksi magnet. Berbeda dengan metode gosokan yang memerlukan gesekan langsung, induksi tidak membutuhkan kontak fisik tetapi hanya kedekatan dengan medan magnet.



Fakta Menarik

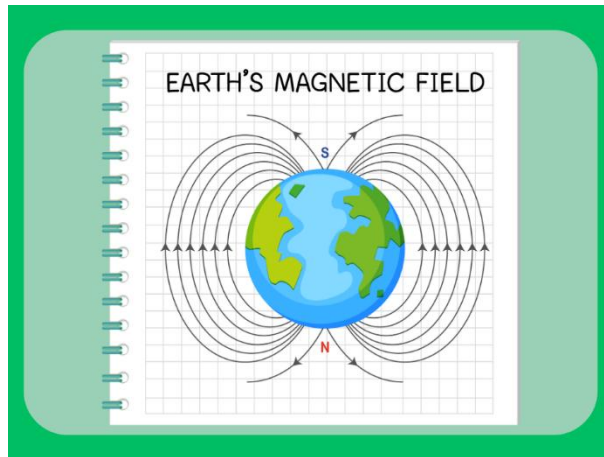


Proses MEG – Wikipedia.org

Otak manusia menghasilkan medan magnet lemah setiap kali neuron-neuron mengirim sinyal listrik. Medan magnet ini terlalu kecil untuk dirasakan langsung, tetapi bisa dideteksi dengan alat canggih bernama *Magnetoencephalography* (MEG). Dengan teknologi ini, ilmuwan dapat memetakan aktivitas otak secara real time tanpa operasi.



2. Teori Kemagnetan Bumi



Pola garis-garis gaya magnetic yang dibentuk oleh kemagnetan bumi-Canva.com

Bumi bertindak seperti sebuah magnet raksasa dengan kutub utara dan selatan magnetik. Kutub-kutub ini tidak persis berada di kutub geografis, tetapi sedikit bergeser. Medan magnet bumi dihasilkan oleh gerakan cairan logam panas di inti luar bumi, yang menciptakan arus listrik besar melalui proses dinamika geodinamika.

Peran Medan Magnet Bumi di Khatulistiwa

Di wilayah khatulistiwa, medan magnet bumi memiliki karakteristik unik. Karena garis khatulistiwa berada di tengah-tengah antara kutub utara dan selatan magnetik, medan magnet di sini cenderung sejajar dengan permukaan bumi. Hal ini membuat kompas menunjukkan arah yang lebih stabil dibandingkan di wilayah kutub.

Namun, meskipun kompas bekerja lebih baik di khatulistiwa, akurasi penggunaannya tetap dipengaruhi oleh deviasi magnetik, yaitu perbedaan antara arah utara magnetik dan utara geografis. Deviasi ini perlu diperhitungkan untuk navigasi yang lebih akurat.

Kompas dan Sudut Inklinasi

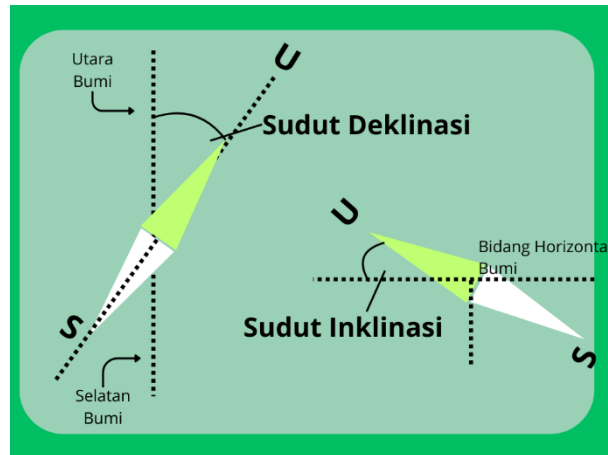
Kompas adalah alat yang memanfaatkan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah. Jarum kompas sejajar dengan garis-garis medan magnet bumi, sehingga jarum selalu menunjuk ke arah kutub utara dan selatan magnetik.

Namun, medan magnet bumi tidak selalu sejajar dengan permukaan bumi. Medan magnet ini membentuk sudut tertentu yang disebut **sudut inklinasi**. Sudut inklinasi adalah sudut antara garis medan magnet bumi dengan bidang horizontal. Sudut ini bervariasi tergantung lokasi:

- Di khatulistiwa, sudut inklinasi mendekati 0° karena medan magnet sejajar dengan permukaan bumi.
- Semakin dekat ke kutub, sudut inklinasi menjadi lebih besar, bahkan mencapai 90° di kutub, di mana medan magnet bumi tegak lurus terhadap permukaan.

Pengaruh Sudut Inklinasi

Sudut inklinasi berpengaruh besar pada navigasi menggunakan kompas, terutama di wilayah yang jauh dari khatulistiwa. Di daerah kutub, jarum kompas cenderung tidak stabil karena gaya tarik medan magnet lebih dominan secara vertikal. Oleh karena itu, instrumen navigasi lain, seperti gyroscope atau GPS, sering digunakan di daerah kutub untuk melengkapi kompas.



Sudut deklinasi dan sudut inklinasi-Canva.com

Sudut Deklinasi

Sudut deklinasi adalah sudut antara utara magnetik dan utara geografis di suatu lokasi. Besarnya sudut deklinasi bervariasi tergantung pada lokasi di permukaan bumi dan berubah seiring waktu karena dinamika inti bumi.

- Di Khatulistiwa: Sudut deklinasi umumnya kecil, tetapi tetap ada perbedaan yang harus diperhitungkan saat menggunakan kompas.
- Di Wilayah Kutub: Sudut deklinasi dapat menjadi sangat besar, bahkan mencapai puluhan derajat, karena medan magnet bumi lebih kompleks di daerah ini.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Deklinasi

- Lokasi Geografis: Deklinasi berbeda di setiap titik di permukaan bumi karena medan magnet tidak seragam.
- Waktu: Deklinasi berubah seiring waktu karena pergeseran kutub magnet bumi.
- Fenomena Lokal: Kehadiran endapan logam besar atau batuan bermagnet dapat memengaruhi pembacaan kompas.

Contoh Soal

Di daerah kutub, jarum kompas sering kali menunjukkan arah yang tidak stabil. Hal ini terjadi karena...

Jawaban Benar: Sudut inklinasi di kutub mendekati 90° sehingga gaya tarik medan magnet lebih dominan secara vertikal.

Pembahasan:

Di kutub bumi, garis medan magnet tegak lurus dengan permukaan bumi sehingga sudut inklinasi mendekati 90° . Kondisi ini membuat jarum kompas yang seharusnya menunjuk ke utara magnetik justru cenderung tertarik ke arah bawah. Akibatnya, kompas sulit digunakan secara akurat di wilayah kutub, sehingga diperlukan instrumen navigasi lain seperti GPS atau gyroscope.



Fakta Menarik



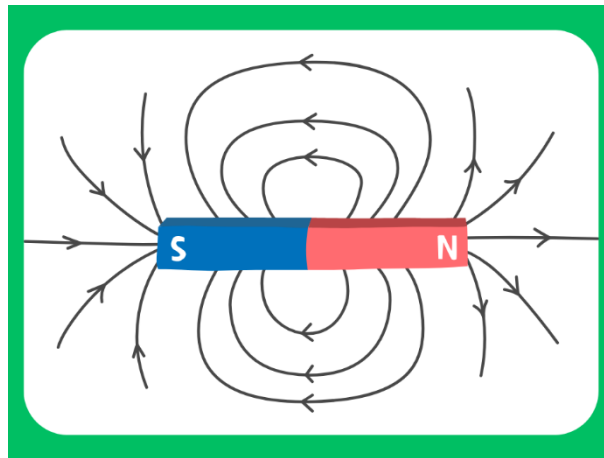
Aurora – Wikipedia.org

Aurora indah di langit kutub adalah hasil interaksi antara partikel bermuatan dari matahari dengan medan magnet bumi. Partikel tersebut diarahkan ke atmosfer oleh medan magnet, lalu bertabrakan dengan molekul udara dan memancarkan cahaya berwarna. Fenomena ini hanya bisa terjadi karena adanya medan magnet bumi yang mengarahkan partikel ke wilayah kutub.



3. Medan Magnetik

Medan magnetik adalah daerah di sekitar magnet di mana gaya magnet bekerja pada benda lain. Medan ini tidak terlihat oleh mata manusia, tetapi dapat divisualisasikan menggunakan eksperimen sederhana. Medan magnetik digambarkan menggunakan garis-garis gaya magnet yang menunjukkan arah dan kekuatan medan. Garis-garis ini keluar dari kutub utara magnet dan masuk ke kutub selatan magnet, membentuk pola melingkar.



Garis-garis gaya magnetic-Canva.com

Eksperimen Visualisasi Medan Magnet

Untuk membantu memahami konsep medan magnet, eksperimen visualisasi medan magnet dapat dilakukan menggunakan bahan dan langkah-langkah berikut:

a. Alat dan Bahan:

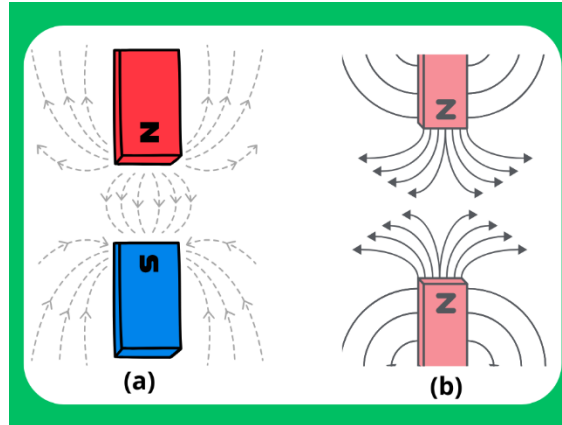
- 1) Magnet batang atau magnet tapal kuda.
- 2) Kertas putih tipis atau kaca bening.
- 3) Serbuk besi (bisa diperoleh dari toko bahan kimia atau alat eksperimen sains).
- 4) Nampan atau wadah datar untuk menampung percobaan.

b. Langkah-Langkah Percobaan:

- 1) Letakkan magnet di tengah nampan atau wadah.
- 2) Tutup magnet dengan kertas putih atau kaca bening agar serbuk besi tidak langsung menempel pada magnet.
- 3) Taburkan serbuk besi secara perlahan di atas kertas atau kaca.
- 4) Ketuk perlahan sisi wadah atau permukaan kertas untuk meratakan serbuk besi. Perhatikan bagaimana serbuk mulai bergerak dan membentuk pola medan magnet.
- 5) Amati pola garis-garis gaya magnet yang terbentuk. Perhatikan bahwa garis-garis ini lebih rapat di dekat kutub magnet (menunjukkan medan magnet yang lebih kuat) dan lebih renggang di bagian tengah magnet.

c. Hasil yang Diamati:

- 1) Serbuk besi akan membentuk pola melingkar yang menunjukkan garis-garis gaya magnet.
- 2) Garis-garis ini keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan magnet.
- 3) Jika dua magnet diletakkan berdampingan dengan kutub yang sama menghadap satu sama lain, serbuk besi akan menunjukkan gaya tolak-menolak dengan pola medan magnet yang saling menjauh.
- 4) Sebaliknya, jika kutub yang berbeda saling berhadapan, serbuk besi akan menunjukkan pola tarik-menarik dengan garis-garis gaya yang menyambung antara kedua magnet.



Interaksi antara kutub magnet (a) senama dan (b) berlainan-Canva.com

d. Makna Eksperimen

Eksperimen ini membantu memahami beberapa konsep penting:

- ▷ Kekuatan Medan Magnetik: Ditunjukkan oleh kerapatan garis-garis gaya magnet. Semakin rapat garis-garis, semakin kuat medan magnet di area tersebut.
- ▷ Arah Medan Magnetik: Garis-garis gaya magnet selalu keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan.
- ▷ Interaksi Medan Magnet: Pola medan magnet berubah ketika dua magnet saling berdekatan, menunjukkan sifat tolak-menolak atau tarik-menarik.

Contoh Soal

Dalam percobaan menggunakan serbuk besi dan magnet, terlihat bahwa garis-garis gaya magnet lebih rapat di sekitar kutub magnet. Hal ini menunjukkan bahwa...

Jawaban Benar: Medan magnet di sekitar kutub lebih kuat dibandingkan bagian tengah magnet.

Pembahasan:

Eksperimen serbuk besi membantu memvisualisasikan medan magnet yang sebenarnya tidak terlihat. Garis-garis gaya magnet yang terbentuk lebih rapat di sekitar kutub, artinya gaya magnet di daerah tersebut lebih besar. Sebaliknya, di bagian tengah magnet garis-garis lebih renggang, menandakan medan magnet lebih lemah. Dengan demikian, kerapatan garis gaya dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan medan magnet di suatu area.



4. Medan Magnetik di Sekitar Kawat Berarus Listrik

Ketika arus listrik mengalir melalui kawat, medan magnet terbentuk di sekitarnya. Fenomena ini ditemukan pertama kali oleh **Hans Christian Orsted** pada tahun 1820, yang menunjukkan hubungan antara listrik dan magnetisme. Medan magnet di sekitar kawat berarus berbentuk melingkar, dengan arah yang bergantung pada arah aliran arus listrik.

Percobaan Hans Christian Orsted

Percobaan Orsted adalah salah satu eksperimen penting dalam dunia fisika yang mendemonstrasikan efek medan magnet di sekitar kawat berarus listrik.

a. Alat dan Bahan:

- 1) Kawat penghantar.
- 2) Sumber arus listrik (baterai atau catu daya DC).
- 3) Kompas kecil.
- 4) Sakelar atau penghubung arus.

b. Langkah-Langkah Percobaan:

- 1) Letakkan kawat lurus di atas meja.
- 2) Tempatkan kompas kecil di dekat kawat dalam posisi sejajar dengan kawat.
- 3) Hubungkan kawat dengan sumber arus listrik menggunakan sakelar untuk mengontrol aliran arus.
- 4) Amati jarum kompas saat arus listrik dialirkan melalui kawat.

c. Hasil Pengamatan:

- Ketika arus listrik mengalir, jarum kompas yang awalnya menunjukkan arah utara-selatan akan menyimpang dari posisi awalnya. Ini menunjukkan adanya medan magnet yang dihasilkan di sekitar kawat.
- Arah jarum kompas berubah sesuai dengan arah aliran arus listrik. Jika arah arus dibalik, arah penyimpangan jarum kompas juga akan berubah.

d. Makna Percobaan:

Eksperimen Orsted membuktikan bahwa arus listrik menciptakan medan magnet di sekitarnya. Fenomena ini menjadi dasar teori elektromagnetik dan teknologi modern seperti motor listrik dan generator.

Kaidah Tangan Kanan untuk Menentukan Kutub Medan Magnet

Medan magnet di sekitar kawat berarus berbentuk melingkar, dan arahnya dapat ditentukan menggunakan **kaidah tangan kanan**.

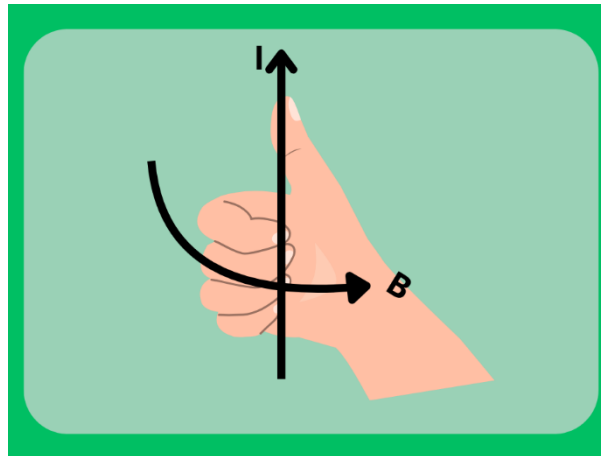
a. Cara Menggunakan Kaidah Tangan Kanan:

- 1) Letakkan tangan kanan Anda di sekitar kawat dengan ibu jari menunjuk ke arah aliran arus listrik (dari kutub positif ke kutub negatif).
- 2) Lengkungkan jari-jari Anda di sekitar kawat.
- 3) Arah jari-jari yang melingkar menunjukkan arah medan magnet di sekitar kawat.

b. Menentukan Kutub Positif dan Negatif

Jika kawat dililitkan menjadi solenoida (kawat berliku-liku berbentuk silinder), medan magnet yang dihasilkan menyerupai medan magnet batang. Kutub positif (utara) dan negatif (selatan) dapat ditentukan menggunakan kaidah tangan kanan:

- 1) Pegang solenoida dengan tangan kanan Anda.
- 2) Arahkan jari-jari Anda melingkar sesuai dengan arah arus listrik di kawat lilitan.
- 3) Ibu jari yang menunjuk ke satu ujung solenoida menunjukkan kutub utara medan magnet (positif), sedangkan ujung lainnya menjadi kutub selatan (negatif).



Menentukan arah medan magnetic menggunakan kaidah tangan kanan-Canva.com

Percobaan untuk Memahami Medan Magnet di Sekitar Kawat

a. Alat dan Bahan:

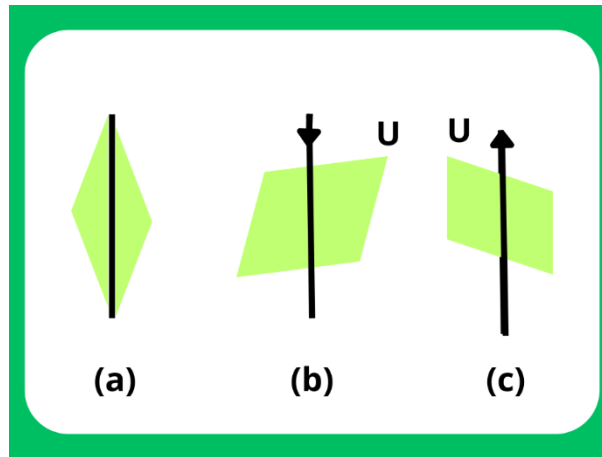
- 1) Kawat lurus dan panjang.
- 2) Sumber arus listrik (baterai atau catu daya DC).
- 3) Serbuk besi.
- 4) Karton atau kaca bening.

b. Langkah-Langkah Percobaan:

- 1) Tempatkan kawat lurus di tengah karton atau kaca bening.
- 2) Taburkan serbuk besi secara merata di atas karton atau kaca.
- 3) Hubungkan kawat ke sumber listrik dan alirkan arus.
- 4) Ketuk perlahan karton atau kaca untuk meratakan serbuk besi.
- 5) Amati pola medan magnet yang terbentuk.

c. Hasil Pengamatan:

- Serbuk besi akan membentuk pola melingkar di sekitar kawat, menunjukkan arah medan magnet.
- Ketika arah arus listrik dibalik, pola medan tetap melingkar, tetapi arah lingkarannya berubah.



Perubahan penyimpangan kutub magnet di sekitar kawat berarus-Canva.com

Keterangan:

- Kutub utara-selatan jarum Kompas sebelum kawat dialiri arus listrik berimpit dengan kawat yang ada di atasnya
- Penghantar dialiri arus Listrik dari arah utara, kutub utara jarum Kompas penyimpangan ke timur
- Penghantar dialiri Listrik dari arah Selatan, Kutub utara jarum Kompas menyimpang ke barat

Contoh Soal

Sebuah kawat lurus dialiri arus listrik dari arah atas ke bawah. Jika kaidah tangan kanan digunakan, maka arah medan magnet di sekitar kawat pada sisi kanan kawat adalah...

Jawaban Benar: Masuk ke bidang kertas (arah ke dalam).

Pembahasan:

Menurut kaidah tangan kanan, ibu jari menunjuk ke arah arus listrik, yaitu dari atas ke bawah. Jari-jari yang melingkar menunjukkan arah medan magnet. Pada sisi kanan kawat, arah lengkungan jari menunjuk ke dalam bidang kertas, sedangkan pada sisi kiri kawat arahnya keluar bidang kertas. Dengan demikian, medan magnet di sekitar kawat dapat diprediksi dengan mudah menggunakan kaidah tangan kanan.

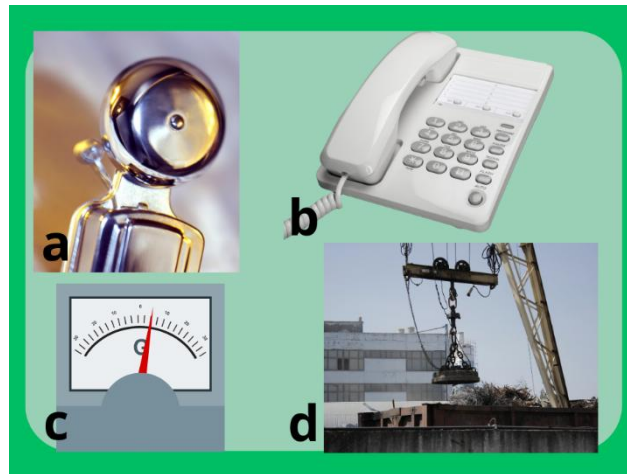


5. Elektromagnet dan Gaya Lorentz

Elektromagnet

Elektromagnet adalah magnet sementara yang dibuat dengan melilitkan kawat pada inti besi lunak dan mengalirkan arus listrik melalui kawat tersebut. Ketika arus listrik dihentikan, sifat kemagnetan elektromagnet pun hilang. Elektromagnet sangat berguna karena sifatnya yang dapat dihidupkan dan dimatikan sesuai kebutuhan.

Aplikasi elektromagnet meliputi bel listrik, motor listrik, dan perangkat medis seperti MRI (Magnetic Resonance Imaging). Elektromagnet juga digunakan di industri untuk mengangkat benda berat seperti logam bekas.



Peralatan dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan electromagnet, yaitu (a)bel Listrik (b)telepon (c)galvanometer (d) alat pengangkat besi-Canva.com

Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang bekerja pada suatu konduktor yang membawa arus listrik ketika berada dalam medan magnet. Gaya ini dinamai berdasarkan fisikawan Belanda, Hendrik Lorentz, yang menemukan bahwa gaya ini merupakan hasil interaksi antara arus listrik dan medan magnet. Gaya Lorentz sangat penting dalam teknologi elektromagnetik, seperti motor listrik dan generator.

Prinsip Dasar Gaya Lorentz

Ketika arus listrik mengalir melalui kawat yang berada di medan magnet, elektron-elektron dalam kawat tersebut mengalami gaya magnetik. Gaya ini bekerja tegak lurus terhadap arah arus listrik dan medan magnet. Besarnya gaya Lorentz dihitung dengan rumus:

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

Di mana:

F = gaya Lorentz (Newton)

B = kekuatan medan magnet (Tesla)

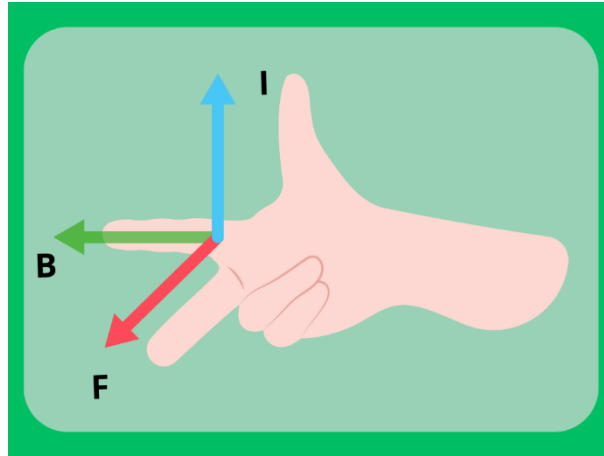
I = arus listrik (Ampere)

L = panjang kawat dalam medan magnet (meter)

θ = sudut antara arah arus listrik dan medan magnet

Kaidah Tangan Kanan untuk Gaya Lorentz

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan menggunakan **kaidah tangan kanan**, yang membantu memvisualisasikan hubungan antara arus listrik, medan magnet, dan gaya yang dihasilkan.



Kaidah tangan kanan hukum Lorentz-Canva.com

Berikut adalah cara menggunakan kaidah tangan kanan:

- 1) Rentangkan tangan kanan Anda sehingga jari-jari, ibu jari, dan telapak tangan saling tegak lurus.
- 2) Atur posisi tangan Anda sesuai hubungan berikut:
 - ▷ Ibu jari menunjukkan arah arus listrik (I).
 - ▷ Jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet (B).
 - ▷ Jari tengah (yang tegak lurus terhadap dua jari lainnya) menunjukkan arah gaya Lorentz (F).

Eksperimen untuk Memahami Gaya Lorentz

Eksperimen sederhana dapat dilakukan untuk membantu siswa memahami konsep ini.

a. Alat dan Bahan:

- 1) Kawat penghantar.
- 2) Sumber arus listrik (baterai atau catu daya DC).
- 3) Magnet batang.
- 4) Penyangga kawat (misalnya, klem atau penyangga logam).
- 5) Sakelar untuk mengatur arus listrik.

b. Langkah-Langkah Percobaan:

- 1) Letakkan kawat lurus dalam posisi tegak lurus dengan medan magnet dari magnet batang.

- 2) Hubungkan kawat ke sumber listrik melalui sakelar.
- 3) Nyalakan sakelar untuk mengalirkan arus listrik melalui kawat.
- 4) Amati gerakan kawat akibat gaya Lorentz.

c. Hasil Pengamatan:

- ▷ Ketika arus listrik dialirkan, kawat akan bergerak ke arah tertentu karena gaya Lorentz.
- ▷ Jika arah arus listrik dibalik, arah gerakan kawat juga akan berubah. Hal ini menunjukkan bahwa arah gaya Lorentz tergantung pada arah arus dan medan magnet.

Penerapan Gaya Lorentz dalam Teknologi

- a. Motor Listrik: Gaya Lorentz digunakan untuk menghasilkan gerakan rotasi pada motor listrik. Dalam motor, arus listrik yang mengalir melalui kumparan menghasilkan gaya Lorentz yang memutar rotor.
- b. Pembatas Arus di Kereta Cepat: Sistem levitasi magnetik menggunakan gaya Lorentz untuk mengangkat dan mendorong kereta cepat dengan efisiensi tinggi.
- c. Generator Listrik: Dalam generator, konduktor yang bergerak dalam medan magnet menghasilkan arus listrik berdasarkan gaya Lorentz.

Contoh Soal

Sebuah kawat sepanjang 0,5 m diletakkan tegak lurus dalam medan magnet sebesar 0,2 T. Jika kawat tersebut dialiri arus listrik 4 A, berapakah besar gaya Lorentz yang bekerja pada kawat?

Jawaban Benar: 0,4 N

Pembahasan:

Gaya Lorentz dapat dihitung dengan rumus $F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin\theta$. Karena kawat tegak lurus medan magnet, maka sudut $\theta = 90^\circ$ sehingga $\sin\theta = 1$. Substitusi nilai:

$$F = 0,2 \text{ T} \times 4 \text{ A} \times 0,5 \text{ m} \times 1 = 0,4 \text{ N}.$$

Artinya, kawat tersebut mengalami gaya Lorentz sebesar 0,4 Newton yang arahnya dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan.



6. Gaya Gerak Listrik Induksi

Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi adalah tegangan listrik yang dihasilkan ketika sebuah konduktor bergerak dalam medan magnet atau ketika medan magnet di sekitar konduktor berubah. Fenomena ini ditemukan oleh Michael Faraday pada tahun 1831, yang menjelaskan hubungan antara medan magnet, gerak, dan listrik. GGL induksi merupakan prinsip dasar dari pembangkitan listrik pada generator dan dinamo.

Hukum Faraday tentang Induksi Elektromagnetik

Faraday menyatakan bahwa besarnya GGL induksi sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang melintasi sebuah kumparan. Rumusnya:

$$\text{GGL Induksi}(E) = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Di mana:

ε = GGL induksi (Volt)

N = jumlah lilitan pada kumparan

$\Delta\Phi$ = perubahan fluks magnetik (Weber)

Δt = waktu perubahan fluks magnetik (detik)

Tanda negatif menunjukkan arah GGL induksi, sesuai dengan **Hukum Lenz**, yang menyatakan bahwa arah arus induksi akan menentang perubahan medan magnet yang menyebabkannya.

Eksperimen dengan Galvanometer

Galvanometer adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur arus listrik kecil. Alat ini sangat berguna untuk mengamati arus listrik yang dihasilkan oleh GGL induksi.

a. Alat dan Bahan:

- 1) Kumparan kawat (solenoida).
- 2) Magnet batang.
- 3) Galvanometer.
- 4) Kabel penghubung.

b. Langkah-Langkah Percobaan:

- 1) Sambungkan kumparan kawat dengan galvanometer menggunakan kabel penghubung.
- 2) Letakkan magnet batang di dekat salah satu ujung kumparan.
- 3) Gerakkan magnet batang masuk ke dalam dan keluar dari kumparan secara perlahan.
- 4) Amati jarum galvanometer saat magnet digerakkan.

c. Hasil Pengamatan:

- Ketika magnet batang dimasukkan ke dalam kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke satu arah. Ini menunjukkan bahwa arus listrik mengalir di dalam kumparan.
- Ketika magnet batang dikeluarkan dari kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke arah yang berlawanan. Hal ini menunjukkan bahwa arah arus listrik berubah.

- ▷ Jika magnet diam di dalam kumparan, jarum galvanometer tidak bergerak. Ini berarti tidak ada perubahan fluks magnetik, sehingga tidak ada GGL induksi yang dihasilkan.

d. Penjelasan Ilmiah

- 1) Ketika Magnet Dimasukkan: Fluks magnetik yang melintasi kumparan meningkat, menghasilkan GGL induksi dan arus listrik.
- 2) Ketika Magnet Dikeluarkan: Fluks magnetik berkurang, menghasilkan GGL induksi dengan arah berlawanan.
- 3) Ketika Magnet Diam: Tidak ada perubahan fluks magnetik, sehingga tidak ada arus listrik.

Galvanometer menunjukkan arah dan intensitas arus induksi. Semakin cepat magnet digerakkan, semakin besar simpangan jarum galvanometer, menunjukkan bahwa GGL induksi lebih besar.

Aplikasi GGL Induksi dalam Kehidupan

- a. Generator Listrik: Menggunakan prinsip GGL induksi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
- b. Dinamo Sepeda: Menghasilkan listrik untuk menyalakan lampu sepeda ketika roda berputar.
- c. Transformator: Menginduksi tegangan pada kumparan sekunder dengan mengubah medan magnet di kumparan primer.
- d. Pemanas Induksi: Menggunakan GGL induksi untuk menghasilkan arus eddy yang memanaskan logam.

Contoh Soal

Sebuah kumparan terdiri dari 200 lilitan. Fluks magnetik yang melintasi kumparan berubah sebesar 0,5 Weber dalam waktu 0,1 detik. Hitunglah besar GGL induksi yang timbul pada kumparan tersebut!

Jawaban Benar: 1000 Volt

Pembahasan:

Menurut hukum Faraday, besar GGL induksi dapat dihitung dengan rumus:

$$E = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Substitusi nilai:

$$\begin{aligned} E &= -200 \cdot \frac{0,5}{0,1} \\ &= -200 \cdot 5 \\ &= -1000, V \end{aligned}$$

Tanda negatif menunjukkan arah GGL sesuai Hukum Lenz, yaitu menentang perubahan fluks magnetik. Besarnya GGL induksi adalah 1000 Volt.



5. Dinamo dan Generator

Dinamo

Dinamo adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan prinsip induksi elektromagnetik. Cara kerjanya dilakukan dengan memutar kumparan dalam medan magnet sehingga menghasilkan arus listrik. Saat kumparan bergerak, garis-garis gaya magnet yang melintasi kumparan berubah dan menimbulkan tegangan listrik (GGL) induksi. Pada dinamo sepeda, ketika roda sepeda bergerak, roda dinamo yang terhubung ikut berputar sehingga memutar kumparan atau magnet permanen di dalam dinamo. Perubahan medan magnet inilah yang menghasilkan arus listrik yang kemudian dialirkan ke lampu sepeda. Dinamo banyak digunakan dalam perangkat sederhana seperti lampu sepeda maupun generator kecil untuk kebutuhan portabel.



Dinamo sepeda -Canva.com

Generator

Generator adalah perangkat yang lebih besar dari dinamo dan digunakan untuk menghasilkan listrik dalam skala besar. Berdasarkan jenis arus listrik yang dihasilkan, generator terbagi menjadi:

a. Generator Arus Bolak-Balik (Alternator)

Alternator menghasilkan arus listrik bolak-balik (**AC**). Kumparan dalam alternator berputar dalam medan magnet, sehingga tegangan listrik yang dihasilkan berubah arah secara periodik. Berikut cara kerja alternator:

- 1) Sebuah rotor (kumparan atau magnet) diputar oleh mesin.
- 2) Rotor menciptakan medan magnet yang berubah-ubah di sekitar kumparan stator.
- 3) Perubahan medan magnet ini menghasilkan arus bolak-balik pada kumparan stator.

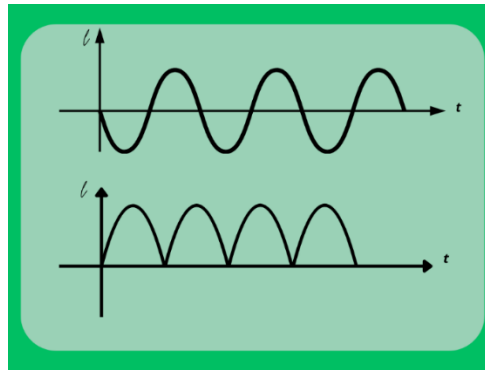
b. Generator Arus Searah (DC)

Generator ini menghasilkan arus listrik yang mengalir dalam satu arah (**DC**). Untuk menjaga arus tetap searah, generator menggunakan komutator, yaitu cincin logam yang terbagi menjadi dua bagian. Cara kerja generator dc:

- 1) Kumparan berputar dalam medan magnet.
- 2) Komutator berfungsi untuk membalik arah arus setiap setengah putaran, sehingga arus di luar generator tetap searah.

c. Persamaan Dinamo dan Generator

- 1) Prinsip Kerja Sama: Baik dinamo maupun generator bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Keduanya mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan memanfaatkan medan magnet dan gerakan kumparan.
- 2) Komponen Utama: Keduanya memiliki komponen utama yang serupa, seperti kumparan, medan magnet (dari magnet permanen atau elektromagnet), dan sistem penggerak mekanik.
- 3) Fungsi: Keduanya digunakan untuk menghasilkan listrik, meskipun pada skala dan aplikasi yang berbeda.



(atas) bentuk grafik yang dihasilkan arus bolak-balik (AC) dan (bawah) bentuk arus (DC)-Canva.com

Tabel perbedaan dinamo dan generator

Aspek	Dinamo	Generator
Jenis Arus	Menghasilkan arus searah (DC).	Menghasilkan arus bolak-balik (AC) atau arus searah (DC) dengan tambahan komutator.
Skala Penggunaan	Digunakan untuk aplikasi kecil, seperti lampu sepeda.	Digunakan untuk skala besar, seperti pembangkit listrik.
Komutator	Menggunakan komutator untuk menjaga arus tetap searah.	Alternator (AC) tidak membutuhkan komutator, tetapi generator DC memerlukannya.
Kapasitas Energi	Menghasilkan daya kecil.	Menghasilkan daya besar untuk kebutuhan luas.
Sumber Penggerak	Biasanya digerakkan manual atau oleh alat sederhana.	Digerakkan oleh mesin besar seperti turbin angin atau air.

Contoh Soal

Sebuah generator digunakan untuk menghasilkan arus searah (DC). Agar arus yang keluar tetap searah meskipun kumparan terus berputar, komponen yang harus digunakan adalah...

Jawaban Benar: Komutator

Pembahasan:

Generator arus searah (DC) bekerja dengan prinsip yang sama seperti alternator, yaitu memanfaatkan induksi elektromagnetik ketika kumparan berputar dalam medan magnet. Namun, arus listrik yang dihasilkan oleh kumparan sebenarnya bersifat bolak-balik. Untuk membuat arus tetap searah, generator DC menggunakan komutator, yaitu cincin logam yang terbagi menjadi dua bagian, yang berfungsi membalik arah arus setiap setengah putaran. Dengan adanya komutator, arus yang keluar dari generator selalu mengalir dalam satu arah.



Fakta Menarik



City light – Commons.wikimedia.org

Generator raksasa di pembangkit listrik bisa menghasilkan daya hingga ribuan megawatt, cukup untuk menyuplai kebutuhan listrik satu kota besar. Prinsip kerjanya tetap sama dengan dinamo kecil di sepeda, hanya saja skalanya jauh lebih besar. Fakta ini membuktikan bahwa hukum induksi elektromagnetik Faraday menjadi dasar penting bagi peradaban modern.



8. Transformator (Trafo)

Transformator adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Trafo memiliki dua lilitan: kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer terhubung ke sumber listrik, dan perubahan medan magnet di kumparan primer akan menginduksi tegangan di kumparan sekunder.

Transformator Penaik Tegangan

Trafo ini meningkatkan tegangan listrik dengan memiliki lebih banyak lilitan di kumparan sekunder dibandingkan kumparan primer. Digunakan pada pembangkit listrik untuk transmisi listrik jarak jauh agar mengurangi kehilangan daya.

Ciri-Ciri Transformator Penaik Tegangan

- Jumlah Lilitan Sekunder Lebih Banyak: Pada transformator penaik tegangan, kumparan sekunder memiliki jumlah lilitan lebih banyak dibandingkan kumparan primer.
- Tegangan Output Lebih Tinggi: Tegangan listrik pada kumparan sekunder lebih tinggi daripada tegangan pada kumparan primer.
- Arus Output Lebih Kecil: Meski tegangan meningkat, arus listrik pada kumparan sekunder lebih kecil untuk menjaga daya tetap konstan (dalam kondisi ideal tanpa kehilangan energi).
- Digunakan untuk Transmisi Listrik: Transformator penaik tegangan digunakan dalam pembangkit listrik untuk menaikkan tegangan sebelum distribusi ke jarak jauh, mengurangi kehilangan daya.

Cara Kerja Transformator Penaik Tegangan

Transformator penaik tegangan bekerja berdasarkan prinsip **induksi elektromagnetik**, menggunakan perubahan medan magnet untuk menghasilkan tegangan yang lebih tinggi pada kumparan sekunder.

Tahapan Cara Kerja:

- Arus Listrik pada Kumparan Primer: Arus listrik bolak-balik (AC) yang mengalir melalui kumparan primer menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah.
- Inti Besi: Inti besi transformator memperkuat medan magnet dan mentransfer perubahan medan tersebut ke kumparan sekunder.
- Induksi Tegangan pada Kumparan Sekunder: Karena jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih banyak, tegangan yang dihasilkan di kumparan sekunder lebih tinggi dibandingkan di kumparan primer.

Transformator Penurun Tegangan

Trafo ini menurunkan tegangan listrik dengan memiliki lebih sedikit lilitan di kumparan sekunder dibandingkan kumparan primer. Digunakan di rumah-rumah untuk mengubah listrik dari tegangan tinggi menjadi tegangan rendah.

a. Ciri-Ciri Transformator Penurun Tegangan

- ▷ Jumlah Lilitan Sekunder Lebih Sedikit: Pada transformator penurun tegangan, jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih sedikit dibandingkan dengan kumparan primer.
- ▷ Tegangan Output Lebih Rendah: Tegangan listrik pada kumparan sekunder lebih rendah daripada tegangan pada kumparan primer.
- ▷ Arus Listrik Lebih Besar: Meski tegangan menurun, arus listrik pada kumparan sekunder biasanya lebih besar dibandingkan kumparan primer untuk menjaga daya tetap konstan (dengan mengabaikan kehilangan energi).
- ▷ Digunakan pada Peralatan Rumah Tangga: Contoh aplikasinya adalah adaptor daya untuk perangkat elektronik seperti laptop atau ponsel.

b. Cara Kerja Transformator Penurun Tegangan

Transformator penurun tegangan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika arus listrik bolak-balik mengalir melalui kumparan primer, medan magnet bolak-balik dihasilkan. Perubahan medan magnet ini menginduksi gaya gerak listrik (GGL) pada kumparan sekunder. Berikut adalah cara kerja transformator penurunan tegangan:

- ▷ Medan Magnet: Arus bolak-balik di kumparan primer menghasilkan medan magnet yang berubah-ubah.
- ▷ Inti Besi: Inti besi pada transformator memperkuat medan magnet dan mentransfernya ke kumparan sekunder.
- ▷ Induksi Elektromagnetik: Perubahan medan magnet pada inti besi menginduksi tegangan listrik pada kumparan sekunder.
- ▷ Tegangan Menurun: Karena jumlah lilitan kumparan sekunder lebih sedikit, tegangan yang dihasilkan pada kumparan sekunder lebih rendah daripada kumparan primer.

c. Hubungan antara Jumlah Lilitan Kumparan dan GGL Induksi

Besarnya tegangan pada kumparan primer (V_p) dan sekunder (V_s) bergantung pada perbandingan jumlah lilitan pada masing-masing kumparan, seperti yang dijelaskan oleh rumus:

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Di mana:

V_p : Tegangan pada kumparan primer

V_s : Tegangan pada kumparan sekunder

N_p : Jumlah lilitan pada kumparan primer

N_s : Jumlah lilitan pada kumparan sekunder

Implikasi Hubungan Ini:

- 1) Jika $N_p > N_s$: Transformator akan menurunkan tegangan. Inilah yang terjadi pada transformator penurun tegangan.
- 2) Jika $N_p < N_s$: Transformator akan menaikkan tegangan.
- 3) Daya Tetap (Idealnya): Meskipun tegangan berubah, daya listrik ($P = V \cdot I$) tetap sama dalam transformator ideal, sehingga peningkatan atau penurunan tegangan diimbangi oleh perubahan arus listrik.

Efisiensi Transformator

Efisiensi trafo dihitung menggunakan rumus:

$$Efisiensi = \left(\frac{\text{Daya Keluar}}{\text{Daya Masuk}} \right) 100\%$$

Efisiensi tinggi pada trafo sangat penting untuk meminimalkan kehilangan energi selama transmisi listrik. Berikut cara kerja transformator:

- 1) Arus bolak-balik di kumparan primer menghasilkan medan magnet bolak-balik.
- 2) Medan magnet bolak-balik ini menginduksi tegangan pada kumparan sekunder.
- 3) Tegangan yang dihasilkan tergantung pada rasio jumlah lilitan primer dan sekunder.

Contoh Soal

Sebuah transformator penaik tegangan memiliki 500 lilitan pada kumparan primer dan 2000 lilitan pada kumparan sekunder. Jika tegangan yang masuk ke kumparan primer adalah 50 Volt, berapakah tegangan output pada kumparan sekunder (anggap kondisi ideal tanpa rugi energi)?

Jawaban Benar: 200 Volt

Pembahasan:

Rasio tegangan transformator ditentukan oleh perbandingan jumlah lilitan sekunder dan primer:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

Dengan $V_p = 50 \text{ V}$, $N_p = 500$, dan $N_s = 2000$ maka:

$$V_s = V_p \cdot \frac{N_s}{N_p} = 50 \cdot \frac{2000}{500} = 50 \cdot 4 = 200 \text{ V}$$

Artinya, tegangan pada kumparan sekunder naik menjadi 200 Volt, sesuai fungsi utama transformator penaik tegangan.



9. Aplikasi Elektromagnetik dan Medan Magnetik

Tungku Induksi

Tungku induksi menggunakan medan magnet untuk memanaskan logam tanpa kontak langsung. Medan magnet bolak-balik menghasilkan arus induksi pada logam, yang kemudian memanaskan logam tersebut.

Berikut cara kerja tungku induksi:

- 1) Arus bolak-balik dialirkan ke kumparan di bawah tungku.
- 2) Medan magnet bolak-balik menciptakan arus induksi pada logam yang diletakkan di atas tungku.
- 3) Arus induksi menyebabkan logam memanaskan karena resistansi.

RAM Magnetik

RAM (*Random Access Memory*) magnetik menyimpan data dengan memanfaatkan medan magnet. Teknologi ini lebih cepat dan efisien dibandingkan RAM biasa. Berikut cara kerja RAM Magnetik:

- 1) Data disimpan dalam elemen magnetik kecil yang memiliki dua keadaan: magnet utara-selatan (0) atau selatan-utara (1).
- 2) Data dibaca atau ditulis dengan mengubah arah magnetisasi elemen tersebut menggunakan medan magnet.

Induktor Ruhmkorff

Induktor Ruhmkorff digunakan untuk menghasilkan arus listrik dengan tegangan tinggi dari arus listrik rendah. Ini sering digunakan dalam eksperimen ilmiah dan sistem pengapian.

Alarm Antipencuri

Alarm ini bekerja dengan memanfaatkan medan magnet untuk mendeteksi pergerakan benda logam.

Berikut cara kerja alarm antipencuri:

- 1) Magnet dan sensor diletakkan di pintu atau jendela.
- 2) Ketika medan magnet terganggu, alarm akan berbunyi untuk memperingatkan adanya penyusup.

Medan Magnetik



Hewan-hewan yang dapat menerima rangsangan medan magnetik, yaitu (a)Lebah madu (b)burung bangau-Canva.com

Medan magnet bumi sangat penting bagi kehidupan beberapa hewan, terutama untuk navigasi dan migrasi. Hewan seperti burung, kura-kura laut, ikan salmon, dan lebah menggunakan medan magnet untuk menentukan arah dan lokasi. Berikut cara kerja medan magnet bagi hewan:

- 1) **Magnetoresepsi:** Beberapa hewan memiliki sensor magnetik alami yang disebut magnetoreseptor. Organ ini mendeteksi medan magnet bumi dan membantu hewan mengetahui posisinya.
- 2) **Navigasi:** Burung menggunakan medan magnet untuk menentukan jalur migrasi mereka, bahkan ketika kondisi cuaca tidak memungkinkan mereka menggunakan visual sebagai panduan.
- 3) **Migrasi:** Ikan salmon menggunakan medan magnet untuk kembali ke tempat kelahiran mereka setelah bertahun-tahun berada di laut.

Medan magnet bumi menjadi sistem navigasi alami yang memungkinkan hewan bertahan hidup dan menemukan makanan atau tempat bertelur dengan akurat.

Contoh Soal

Pada sebuah tungku induksi, logam dapat dipanaskan tanpa kontak langsung karena medan magnet bolak-balik menghasilkan arus di dalam logam tersebut. Arus yang dimaksud disebut arus ...

Jawaban benar: Induksi (arus eddy)

Pembahasan:

Tungku induksi bekerja dengan mengalirkan arus bolak-balik pada kumparan sehingga terbentuk medan magnet bolak-balik yang menembus logam. Perubahan medan magnet ini menginduksi arus putaran di dalam logam yang disebut arus eddy (arus induksi). Arus eddy mengalami tahanan listrik di dalam logam sehingga menghasilkan pemanasan (efek Joule), sehingga logam menjadi panas tanpa perlu kontak fisik langsung dengan elemen pemanas.

Rangkuman

1) Klasifikasi Benda Berdasarkan Sifat Kemagnetannya

Benda dapat dibedakan berdasarkan sifat kemagnetannya menjadi tiga jenis. Benda feromagnetik seperti besi, nikel, dan kobalt sangat mudah ditarik magnet karena memiliki domain magnetik yang teratur. Benda paramagnetik seperti aluminium hanya sedikit dipengaruhi magnet. Sementara itu, benda diamagnetik seperti tembaga dan emas justru menolak medan magnet.

2) Cara Membuat Magnet

Magnet dapat dibuat dengan tiga cara. Metode gosokan dilakukan dengan menggosok besi menggunakan magnet hingga domain sejajar. Metode induksi memanfaatkan pengaruh medan magnet dari magnet permanen pada benda feromagnetik. Metode arus listrik dilakukan dengan melilitkan kawat berarus listrik pada besi, menghasilkan elektromagnet yang bersifat sementara.

3) Teori Kemagnetan Bumi

Bumi bertindak seperti magnet raksasa dengan kutub utara dan selatan magnetik. Medan magnet bumi dihasilkan oleh pergerakan logam cair di inti luar bumi. Kutub magnetik tidak selalu sama dengan kutub geografis, sehingga arah kompas dipengaruhi oleh deviasi magnetik.

4) Kompas dan Sudut Inklinasi

Kompas bekerja dengan mengikuti arah medan magnet bumi. Di khatulistiwa, medan magnet sejajar dengan permukaan sehingga inklinasi hampir 0° , sedangkan di kutub, inklinasi mencapai 90° sehingga jarum kompas kurang stabil. Oleh karena itu, kompas lebih akurat digunakan di daerah khatulistiwa dibanding kutub.

5) Sudut Deklinasi

Sudut deklinasi adalah perbedaan antara arah utara magnetik dan utara geografis. Nilainya berbeda-beda tergantung lokasi, waktu, serta kondisi lokal seperti adanya logam atau batuan bermagnet. Faktor ini harus diperhatikan agar navigasi dengan kompas lebih akurat.

6) Medan Magnetik

Medan magnetik adalah daerah di sekitar magnet tempat gaya magnet bekerja. Medan ini divisualisasikan dengan garis-garis gaya magnet yang keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan. Eksperimen serbuk besi menunjukkan garis rapat di kutub berarti medan lebih kuat, sedangkan renggang di tengah berarti lebih lemah.

7) Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

Arus listrik yang mengalir pada kawat menghasilkan medan magnet berbentuk lingkaran. Percobaan Orsted membuktikan hal ini dengan penyimpangan jarum kompas. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan, dan pada lilitan kawat (solenoida), medan menyerupai magnet batang.

8) Elektromagnet dan Gaya Lorentz

Elektromagnet terbentuk dari lilitan kawat berarus listrik pada inti besi lunak, yang hanya bersifat magnetik saat arus mengalir. Selain itu, gaya Lorentz terjadi ketika kawat berarus berada dalam medan magnet, menghasilkan gaya tegak lurus arah arus dan medan. Gaya ini dimanfaatkan pada motor listrik dan generator.

9) GGL Induksi, Dinamo, Generator, dan Transformator

GGL induksi terjadi jika fluks magnetik yang melalui kumparan berubah. Prinsip ini digunakan pada dinamo dan generator. Dinamo menghasilkan arus DC skala kecil, sedangkan generator menghasilkan

AC atau DC untuk skala besar. Transformator bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik untuk menaikkan atau menurunkan tegangan, tergantung pada perbandingan lilitan primer dan sekunder.

Latihan Soal

1. Benda yang termasuk feromagnetik adalah...
 - A. Aluminium
 - B. Tembaga
 - C. Besi
 - D. Emas
2. Batang besi dapat menjadi magnet tanpa digosok, cukup didekatkan dengan magnet permanen. Proses ini disebut...
 - A. Gosokan
 - B. Induksi
 - C. Arus listrik
 - D. Polarisasi
3. Di daerah kutub, kompas sulit digunakan karena...
 - A. Sudut inklinasi mendekati 0°
 - B. Sudut inklinasi mendekati 90°
 - C. Sudut deklinasi selalu 0°
 - D. Medan magnet bumi tidak ada
4. Sudut antara utara geografis dan utara magnetik disebut...
 - A. Sudut inklinasi
 - B. Sudut deviasi
 - C. Sudut deklinasi
 - D. Sudut gaya Lorentz
5. Eksperimen serbuk besi pada magnet menunjukkan bahwa garis gaya lebih rapat di kutub. Hal ini berarti...
 - A. Medan magnet di kutub lebih kuat
 - B. Medan magnet di tengah lebih kuat
 - C. Medan magnet seragam di seluruh bagian
 - D. Garis gaya hanya ada di kutub
6. Arah medan magnet di sekitar kawat berarus listrik dapat ditentukan dengan...
 - A. Kaidah tangan kiri
 - B. Kaidah tangan kanan
 - C. Hukum Newton
 - D. Hukum Hooke
7. Transformator penurun tegangan memiliki ciri utama...
 - A. $N_s > N_p$ dan $V_s > V_p$

- B. $N_s < N_p$ dan $V_s < V_p$
- C. $N_s = N_p$ dan $V_s = V_p$
- D. $N_s > N_p$ dan $V_s < V_p$

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 7

Referensi

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics*. Wiley.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2016). *University Physics with Modern Physics*. Pearson.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers*. Cengage Learning.
- Buku Paket IPA Kelas 9 - Kurikulum Merdeka (Edisi Terbaru).
- Ørsted, H. C. (1820). Penelitian hubungan antara listrik dan magnetisme.
- Faraday, M. (1831). Penelitian tentang induksi elektromagnetik.
- HyperPhysics (Georgia State University): Magnetism and Electromagnetism.
- Physics Classroom: Magnetic Fields and Forces.
- Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP): Dokumen Kurikulum Merdeka.

BAB 8:

TEKANAN ZAT DAN PENERAPANNYA

Karakter Pelajar Pancasila

Bergotong Royong, Bernalar Kritis, Inovatif, dan Mandiri

Kata Kunci: Bejana berhubungan, Sistem irigasi, Hukum Pascal, Hukum Archimedes, Tekanan zat cair, Tekanan udara, Terapung, Melayang, Tenggelam, Kapal, Balon udara, Kapal selam, Peristiwa atmosfer, Tekanan darah, Jantung, Pembuluh darah, Sistem peredaran darah.

Tujuan Pembelajaran: Mengungkap Prinsip Tekanan Zat dalam Kehidupan Sehari-hari

1. Menerapkan Prinsip Bejana Berhubungan dalam Kehidupan Sehari-hari

- ▷ Memahami prinsip kerja bejana berhubungan.
- ▷ Menjelaskan contoh penerapan bejana berhubungan dalam kehidupan, seperti pada sistem irigasi.

2. Menjelaskan Hukum Pascal dan Hukum Archimedes Melalui Percobaan Sederhana

- ▷ Melakukan percobaan sederhana untuk mempelajari prinsip hukum Pascal.
- ▷ Menggambarkan hukum Archimedes dengan contoh benda yang terapung, melayang, atau tenggelam.

3. Mengidentifikasi Produk Teknologi yang Menggunakan Konsep Benda Terapung, Melayang, dan Tenggelam

- ▷ Mengenali berbagai produk teknologi seperti kapal, balon udara, dan kapal selam.
- ▷ Menjelaskan cara kerja produk teknologi tersebut berdasarkan hukum Archimedes.

4. Menerapkan Konsep Tekanan Zat Cair dan Gas dalam Peristiwa Alam

- ▷ Menjelaskan peristiwa alam, seperti tekanan udara dan tekanan air, dalam kehidupan sehari-hari.
- ▷ Memecahkan masalah kehidupan menggunakan konsep fluida, seperti dalam cuaca dan fenomena atmosfer.

5. Menggunakan Sifat Fluida untuk Menjelaskan Sistem Peredaran Darah pada Manusia

- ▷ Menguraikan bagaimana sifat fluida mendukung proses peredaran darah.
- ▷ Menjelaskan peran sifat fluida dalam fungsi organ seperti jantung dan pembuluh darah.



F I T R I



1. Tekanan Zat

Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh fluida (zat cair atau gas) yang diam pada titik tertentu. Tekanan ini terjadi karena adanya berat fluida yang berada di atas titik tersebut. Dalam hal ini, semakin dalam suatu benda berada di dalam cairan, semakin besar tekanan yang diterimanya.

Pada umumnya, tekanan hidrostatik pada suatu titik dalam cairan ditentukan oleh rumus:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Di mana:

P_h adalah tekanan hidrostatik (N/m^2 atau Pa),

ρ (**rho**) adalah massa jenis cairan (kg/m^3),

g adalah percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$),

h adalah kedalaman dari permukaan cairan (m).

Tekanan hidrostatik sangat penting untuk memahami berbagai fenomena alam dan teknologi yang melibatkan zat cair, seperti lautan, kolam renang, atau sistem pipa air.

Contoh Soal

Sebuah kolam memiliki kedalaman **4 meter**. Jika massa jenis air adalah **1.000 kg/m^3** dan percepatan gravitasi **10 m/s^2** , hitung tekanan hidrostatik di dasar kolam tersebut!

Pembahasan:

Rumus Hidrostatik

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Diketahui:

$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$ (massa jenis air)

$g = 10 \text{ m/s}^2$ (percepatan gravitasi)

$h = 4 \text{ m}$ (kedalaman)

Substitusikan nilai ke rumus:

$$P = (1.000) \cdot (10) \cdot (4)$$

$$P = 40.000 \text{ Pa.}$$

Bejana Berhubungan

Bejana berhubungan adalah dua atau lebih bejana yang saling terhubung oleh saluran atau pipa. Konsep ini berkaitan erat dengan prinsip yang menyatakan bahwa jika dua bejana berisi cairan yang sama, tekanan pada titik yang sama kedalamannya akan sama besar, meskipun volume cairan di masing-masing bejana mungkin berbeda. Fenomena ini sering dijumpai dalam berbagai aplikasi seperti dalam sistem pipa atau alat yang menggunakan cairan untuk mendistribusikan tekanan.



Bejana berhubungan-Canva.com

Sebagai contoh, dalam sistem pipa yang digunakan di bangunan tinggi, tekanan air yang ada di lantai atas dan lantai bawah akan menyesuaikan diri sesuai kedalaman masing-masing, meskipun kedua lantai tersebut berada pada ketinggian yang berbeda. Hukum bejana berhubungan tidak berlaku apabila:

- 1) Tekanan di atas bejana tidak sama (misalnya salah satu bejana tertutup)
- 2) Diisi dua atau lebih macam zat cair
- 3) Digoyang-goyangkan
- 4) Salah satu bejana merupakan pipa kapiler

Hukum Pascal

Hukum Pascal adalah prinsip yang menjelaskan bahwa perubahan tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan secara merata ke seluruh bagian fluida tersebut. Hukum ini ditemukan oleh ilmuwan Perancis, Blaise Pascal, dan merupakan dasar dari banyak alat yang menggunakan fluida untuk mengangkat beban berat atau meneruskan gaya, seperti dongkrak hidrolik dan rem hidrolik.

Secara matematis, Hukum Pascal dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Di mana:

ΔP adalah perubahan tekanan yang diterapkan pada fluida (N)

F_1 dan **F_2** adalah gaya yang diterapkan pada dua area berbeda (N)

A_1 dan **A_2** adalah luas penampang pada dua area tersebut (m²)

Hukum ini menyatakan bahwa perubahan tekanan (**ΔP**) yang diterapkan pada satu titik dalam fluida akan diteruskan ke seluruh fluida dengan besaran yang sama. Hal ini memungkinkan sistem hidrolik untuk bekerja, di mana gaya kecil yang diterapkan pada area kecil dapat menghasilkan gaya besar pada area yang lebih besar.

Contoh Soal

Sebuah sistem hidrolik digunakan untuk mengangkat mobil dengan massa 1000 kg. Jika luas penampang pengisap besar adalah 500 cm² dan luas penampang pengisap kecil adalah 10 cm², berapakah gaya yang harus diberikan pada pengisap kecil agar mobil terangkat? (Gunakan percepatan gravitasi $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Pembahasan:

Massa mobil $m = 1000 \text{ kg}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

$A_1 = 10 \text{ cm}^2$

$A_2 = 500 \text{ cm}^2$

Hitung gaya pada pengisap besar (F_2) akibat berat mobil:

$$F_2 = m \cdot g = 1000 \cdot 10 = 10.000 \text{ N}$$

Gunakan hukum Pascal: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

$$\text{Substitusikan: } \frac{F_1}{10} = \frac{10.000}{500}$$

$$\text{Sederhanakan: } \frac{F_1}{10} = 20$$

$$\text{Kali silang: } F_1 = 20 \cdot 10 = \mathbf{200 \text{ N}}$$

Contoh aplikasi hukum Pascal dapat dilihat pada berbagai alat yang menggunakan fluida untuk mengangkat beban berat, seperti:

- Dongkrak Hidrolik: Alat ini menggunakan prinsip Pascal untuk mengangkat beban berat. Ketika tekanan kecil diberikan pada fluida di dalam dongkrak, tekanan tersebut diteruskan dan menghasilkan gaya yang lebih besar pada ujung lain dari dongkrak, yang mampu mengangkat mobil atau benda berat lainnya.
- Mesin Pengangkat Mobil Hidrolik: Sistem ini digunakan di bengkel-bengkel untuk mengangkat mobil menggunakan fluida yang dipompa melalui pipa. Hukum Pascal memungkinkan perbandingan gaya antara dua piston dengan ukuran yang berbeda untuk mengangkat mobil dengan tekanan yang relatif kecil.
- Kempa Hidrolik: Kempa hidrolik digunakan untuk memampatkan bahan dengan tekanan yang sangat besar. Prinsip yang sama diterapkan di sini, di mana tekanan yang kecil dapat menghasilkan gaya kompresi yang besar.

Hukum Archimedes

Hukum Archimedes menjelaskan fenomena gaya apung yang bekerja pada benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam cairan. Gaya apung ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah benda yang terendam dalam cairan. Gaya apung yang diterima benda tersebut besarnya sama dengan berat cairan yang dipindahkan oleh benda tersebut. Hukum ini ditemukan oleh ilmuwan Yunani kuno, Archimedes, yang menyatakan bahwa:

"Setiap benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya dalam cairan akan mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat cairan yang dipindahkan oleh benda tersebut."

Secara matematis, gaya apung yang diterima oleh benda dapat dihitung menggunakan rumus:

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$

Di mana:

F_a adalah gaya apung (N),

ρ adalah massa jenis cairan (dalam kg/m^3),

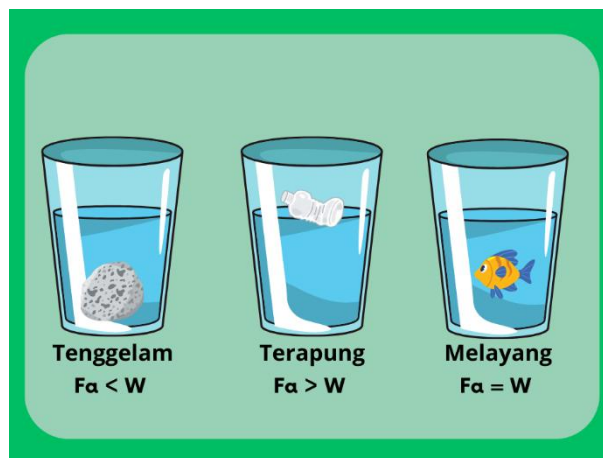
g adalah percepatan gravitasi ($9,8 m/s^2$),

V adalah volume cairan yang dipindahkan oleh benda (dalam m^3).

a. Fenomena Benda Tenggelam, Terapung, dan Melayang

Fenomena benda yang tenggelam, terapung, atau melayang di dalam cairan sangat bergantung pada perbandingan antara berat benda dan gaya apung yang diterimanya.

- ▷ Tenggelam: Benda akan tenggelam jika berat benda lebih besar daripada gaya apung yang diterimanya. Ini terjadi apabila kepadatan benda lebih besar daripada kepadatan cairan yang ada di sekitarnya.
- ▷ Terapung: Benda akan terapung jika gaya apung yang diterimanya sama dengan berat benda tersebut. Dalam hal ini, benda tidak tenggelam dan tetap berada di permukaan cairan.
- ▷ Melayang: Benda dapat melayang jika gaya apung yang diterimanya sama dengan sebagian berat benda tersebut. Ini terjadi apabila benda memiliki kepadatan yang sedikit lebih rendah daripada cairan, sehingga tetap berada pada kedalaman tertentu tanpa tenggelam atau naik ke permukaan.



Tenggelam, terapug dan melayang (dari kiri)-Canva.com

b. Penerapan Hukum Archimedes

Hukum Archimedes memiliki berbagai penerapan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam bidang teknologi, konstruksi, hingga ilmiah. Beberapa contoh penerapan Hukum Archimedes antara lain:

- ▷ Gelangan Kapal: Prinsip Archimedes digunakan untuk merancang kapal agar tetap dapat terapung meskipun beratnya sangat besar. Desain kapal memperhitungkan volume air yang dipindahkan oleh kapal (gaya apung) untuk memastikan kapal tersebut tetap terapung di atas air.

Kapal yang lebih besar memindahkan lebih banyak air, sehingga gaya apung yang diterimanya cukup untuk menopang berat kapal tersebut.

- ▷ Hidrometer: Alat ini digunakan untuk mengukur kepadatan atau massa jenis suatu cairan. Cara kerjanya adalah dengan mengapungkan hidrometer di dalam cairan, dan perbedaan posisi hidrometer menunjukkan kepadatan cairan tersebut. Gaya apung yang diterima oleh hidrometer berhubungan langsung dengan massa jenis cairan.
- ▷ Jembatan Ponton: Jembatan ponton adalah jenis jembatan yang mengapung di atas air dan digunakan untuk melintasi sungai atau laut. Jembatan ini memanfaatkan prinsip Archimedes untuk memastikan bahwa struktur jembatan tetap mengapung dengan memberikan gaya apung yang cukup untuk menopang beban kendaraan dan orang yang melintasinya.



Fakta Menarik



*Seseorang berhasil mengapung di laut
– Shutterstock.com.2508322833*

Tubuh manusia juga mengalami gaya apung, itulah sebabnya kita bisa melayang atau terapung di air. Menariknya, orang lebih mudah terapung di laut yang asin dibandingkan di air tawar karena air laut memiliki massa jenis lebih tinggi.



2. Tekanan Udara

Ketinggian Tempat dan Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tekanan yang diberikan oleh udara di sekitar kita. Tekanan ini sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu, **ketinggian tempat** dan **kepadatan udara**. Pada ketinggian yang lebih tinggi, seperti di pegunungan, tekanan udara cenderung lebih rendah dibandingkan dengan di permukaan laut. Ini terjadi karena semakin tinggi suatu tempat, semakin sedikit molekul udara yang ada di atasnya, sehingga tekanan udara menjadi lebih kecil.

Sebaliknya, pada ketinggian rendah seperti di permukaan laut, udara lebih padat karena ada lebih banyak molekul udara yang memberikan tekanan lebih besar. Penurunan tekanan udara ini sebanding dengan meningkatnya ketinggian. Secara matematis, penurunan tekanan udara dengan ketinggian dapat dihitung menggunakan rumus barometrik yang memperhitungkan faktor ketinggian.

Rumus untuk menghitung perubahan tekanan udara seiring dengan perubahan ketinggian adalah:

$$P = P^0 - \rho gh$$

Di mana:

P adalah tekanan udara pada ketinggian tertentu (dalam pascal, *Pa*)

P⁰ adalah tekanan udara pada permukaan laut (dalam pascal, *Pa*)

ρ massa jenis zat cair (*kg/m³*)

g percepatan gravitasi (*m/s²*)

h perbedaan ketinggian zat cair (*m*)

Rumus ini menggambarkan penurunan tekanan udara seiring dengan ketinggian dan suhu yang ada. Dengan menggunakan rumus ini, kita bisa menghitung perubahan tekanan udara pada ketinggian yang lebih tinggi dan memperkirakan efeknya pada penerbangan, cuaca, dan fenomena atmosfer lainnya.

a. Barometer



Barometer raksa-Canva.com

Barometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara. Alat ini bekerja berdasarkan perubahan ketinggian kolom cairan yang ada di dalam tabung tertutup. Ada dua jenis barometer yang umum digunakan:

- ▷ Barometer Merkuri: Barometer ini menggunakan merkuri sebagai cairan di dalam tabung yang terbalik di dalam wadah terbuka. Ketika tekanan udara meningkat, kolom merkuri akan naik, sedangkan ketika tekanan udara menurun, kolom merkuri akan turun.

- ▷ Barometer Aneroid: Barometer ini tidak menggunakan cairan, melainkan menggunakan tabung logam yang elastis. Ketika tekanan udara berubah, tabung tersebut akan mengembang atau menyempit, dan perubahan ini akan diterjemahkan menjadi angka pada skala.

b. Manometer

Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan pada gas atau cairan dalam sistem tertutup, misalnya dalam tabung atau sistem pipa. Manometer dapat mengukur tekanan relatif (tekanan terhadap tekanan atmosfer) atau tekanan absolut (tekanan total yang mencakup tekanan atmosfer dan tekanan sistem).

Manometer dapat dibagi menjadi dua jenis:

- ▷ Manometer Tertutup (U-Tube Manometer): Alat ini terdiri dari tabung berbentuk huruf "U" yang diisi dengan cairan (biasanya air atau merkuri). Perbedaan ketinggian cairan di kedua sisi tabung menunjukkan perbedaan tekanan antara dua titik yang diukur.
- ▷ Manometer Digital: Manometer jenis ini menggunakan sensor elektronik untuk mengukur tekanan dan menampilkan hasilnya dalam angka digital.

Hukum Boyle

Hukum Boyle adalah hukum fisika yang menjelaskan hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan. Menurut hukum ini, jika suhu gas tetap, maka tekanan dan volume gas akan saling berbanding terbalik. Artinya, jika volume gas diperkecil, maka tekanannya akan meningkat, dan sebaliknya.

Secara matematis, Hukum Boyle dapat dituliskan sebagai:

$$PV = c$$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

P_1 dan P_2 adalah tekanan gas pada dua kondisi berbeda (atm atau Pa)

V_1 dan V_2 adalah volume gas pada dua kondisi tersebut (L atau m³)

c adalah konstanta (tetapan)

Hukum Boyle sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang melibatkan gas, seperti pada sistem kompresor, balon udara, dan bahkan dalam pengoperasian mesin pembakaran dalam. Berikut merupakan alat-alat yang menggunakan prinsip Hukum Boyle:

a. Manometer Tertutup

Manometer tertutup adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam sistem tertutup. Sebagai contoh, manometer ini bisa digunakan untuk mengukur tekanan dalam pipa atau tabung gas yang terisolasi dari tekanan atmosfer. Manometer jenis ini biasanya terdiri dari tabung berbentuk U yang diisi dengan cairan (seperti air atau merkuri), dan perubahan tinggi cairan di kedua sisi tabung menunjukkan perbedaan tekanan. Manometer tertutup digunakan di banyak aplikasi industri, seperti pengujian tekanan dalam sistem pipa gas, pengecekan tekanan dalam sistem hidrolik, atau bahkan dalam pengujian tekanan di dalam mesin.

b. Pompa Udara

Pompa udara adalah alat yang digunakan untuk memompa udara ke dalam suatu ruang atau sistem dengan tujuan meningkatkan tekanan udara di dalam sistem tersebut. Pompa udara bekerja berdasarkan prinsip Hukum Boyle, yaitu jika volume ruang dikurangi, tekanan udara akan meningkat.

Pompa udara digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti untuk mengisi ban kendaraan, sistem ventilasi, dan dalam industri untuk mengatur aliran udara dalam mesin dan peralatan lainnya. Berikut merupakan contoh penerapan Hukum Boyle pada kehidupan sehari-hari:

▷ **Pompa Ban Sepeda**



Pompa ban sepeda-Canva.com

▷ **Pompa Ban Sepeda**

Pompa ini dirancang untuk meningkatkan tekanan udara di dalam ban sepeda. Saat pegangan pompa ditarik, udara masuk ke dalam tabung pompa. Ketika pegangan ditekan, volume udara dalam tabung berkurang, sehingga tekanan udara meningkat dan mengalir masuk ke dalam ban. Proses ini langsung memanfaatkan hubungan antara volume dan tekanan sesuai dengan Hukum Boyle.

▷ **Pompa Bola**

Pompa ini digunakan untuk mengisi udara ke dalam bola olahraga, seperti bola basket, bola voli, atau bola sepak. Saat pegangan pompa ditekan, volume udara di dalam pompa berkurang, dan tekanan udara meningkat. Udara kemudian mengalir melalui jarum kecil ke dalam bola hingga mencapai tekanan yang diinginkan.

▷ **Pompa Angin Tangan**

Pompa ini adalah alat manual yang sering digunakan untuk mengisi udara ke dalam benda-benda kecil, seperti balon, kasur angin, atau pelampung. Pompa angin bekerja dengan cara memanfaatkan tekanan yang dihasilkan dari pengurangan volume udara di dalam pompa.

▷ **Pompa Elektrik untuk Ban**

Pompa elektrik bekerja dengan prinsip serupa, tetapi dengan bantuan motor listrik untuk menekan udara. Saat motor bekerja, udara dipaksa masuk ke dalam ban kendaraan dengan meningkatkan tekanan melalui pengurangan volume di dalam ruang kompresi pompa.

▷ **Kompresor Udara**

Kompresor udara adalah jenis pompa udara yang digunakan di bengkel atau industri. Kompresor ini bekerja dengan menyerap udara dari luar dan memampatkannya ke dalam tangki penyimpanan. Udara yang dimampatkan memiliki tekanan tinggi yang kemudian digunakan untuk menggerakkan alat-alat seperti bor udara, spray gun, atau pengisi ban kendaraan.

▷ **Pompa Udara untuk Akuarium**

Pompa udara kecil ini digunakan untuk meningkatkan suplai oksigen di dalam akuarium. Prinsip kerjanya melibatkan pengurangan volume dalam ruang pompa untuk meningkatkan tekanan udara, yang kemudian mengalir melalui pipa kecil ke dalam air, menciptakan gelembung udara.

▷ **Pompa untuk Alat Penyelam (*Scuba Tank*)**

Pompa udara ini digunakan untuk mengisi tabung udara bagi para penyelam. Udara di luar diambil dan dimampatkan ke dalam tabung dengan tekanan tinggi, yang memungkinkan penyelam untuk bernapas di bawah air. Proses memampatkan udara sesuai dengan prinsip Hukum Boyle, di mana pengurangan volume meningkatkan tekanan.

Contoh Soal

Sebuah barometer merkuri menunjukkan ketinggian kolom merkuri sebesar 76 cm pada permukaan laut. Jika seseorang membawa barometer tersebut ke puncak gunung dan tinggi kolom merkuri turun menjadi 70 cm, apa yang dapat disimpulkan dari perubahan tersebut?

Jawaban Benar: Tekanan udara di puncak gunung lebih rendah dibandingkan di permukaan laut.

Pembahasan:

Barometer bekerja dengan prinsip bahwa tinggi kolom merkuri mencerminkan besar tekanan udara yang menekan permukaan cairan. Pada permukaan laut, tekanan udara cukup besar sehingga kolom merkuri mencapai 76 cm. Ketika dibawa ke puncak gunung, tekanan udara menurun karena semakin tinggi tempat, semakin sedikit partikel udara yang menekan. Hal ini menyebabkan tinggi kolom merkuri turun menjadi 70 cm. Jadi, perubahan ini menunjukkan bahwa tekanan udara di puncak gunung lebih rendah dibandingkan di permukaan laut.



3. Tekanan Zat Cair dalam Tubuh

Osmosis dan Tekanan Osmotik

Osmosis adalah pergerakan molekul air melalui membran semipermeabel, yang memungkinkan air bergerak dari daerah dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke daerah dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi. Proses ini bertujuan untuk menyeimbangkan konsentrasi zat terlarut di kedua sisi membran.

Tekanan osmotik adalah tekanan yang dibutuhkan untuk menghentikan pergerakan air selama proses osmosis. Tekanan osmotik terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi zat terlarut antara dua sisi membran semipermeabel. Semakin besar perbedaan konsentrasi zat terlarut, semakin besar pula tekanan osmotik yang diperlukan untuk menahan pergerakan air.

Secara matematis, tekanan osmotik dapat dihitung dengan rumus Van't Hoff, yang menghubungkan konsentrasi zat terlarut, suhu, dan volume air yang berpindah:

$$\pi = i \cdot \frac{n}{V} \cdot RT$$

Di mana:

π adalah tekanan osmotik (dalam atm),

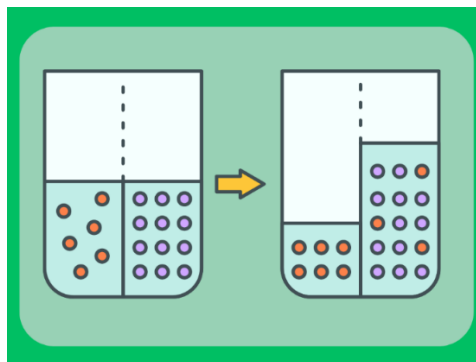
i adalah faktor disosiasi (jumlah partikel yang dihasilkan ketika zat terlarut larut dalam pelarut),

n adalah jumlah mol zat terlarut,

V adalah volume larutan,

R adalah konstanta gas ideal (0,0821 L · atm/mol · K),

T adalah suhu dalam Kelvin (K).



Tekanan Osmotik-Canva.com

Osmosis dalam Tubuh Manusia

Di dalam tubuh manusia, osmosis terjadi secara terus-menerus dalam sel-sel tubuh dan pembuluh darah. Sel-sel tubuh menyerap air dari cairan tubuh melalui proses osmosis untuk menjaga keseimbangan kadar air dan elektrolit. Proses osmosis juga memungkinkan transportasi zat terlarut seperti glukosa dan oksigen ke dalam sel, serta pengangkutan zat sisa seperti karbon dioksida keluar dari sel. Sebagai contoh, dalam ginjal, proses osmosis memainkan peran penting dalam penyerapan air dari filtrat urin. Ginjal bekerja untuk menyaring darah dan mengatur keseimbangan air dengan memanfaatkan tekanan osmotik untuk menarik air kembali ke dalam tubuh, menjaga keseimbangan cairan.

Tekanan pada Zat Cair Mengalir

Tekanan pada zat cair yang mengalir adalah faktor penting dalam peredaran darah dan aliran cairan tubuh lainnya. Pada tubuh manusia, darah mengalir melalui pembuluh darah dengan tekanan tertentu yang dihasilkan oleh kerja jantung. **Tekanan darah** adalah contoh utama dari tekanan zat cair yang mengalir dalam tubuh. Tekanan darah mengacu pada tekanan yang dihasilkan oleh jantung ketika memompa darah ke seluruh tubuh. Tekanan darah diukur dalam satuan milimeter air raksa (mmHg) dan biasanya dinyatakan dalam dua angka:

- Sistolik (tekanan saat jantung berkontraksi) dan
- Diastolik (tekanan saat jantung beristirahat di antara dua denyut).

Rumus tekanan darah dapat diilustrasikan dengan menggunakan rumus **tekanan cairan** dalam tabung berbentuk silinder (seperti pembuluh darah) yang mengalirkan darah:

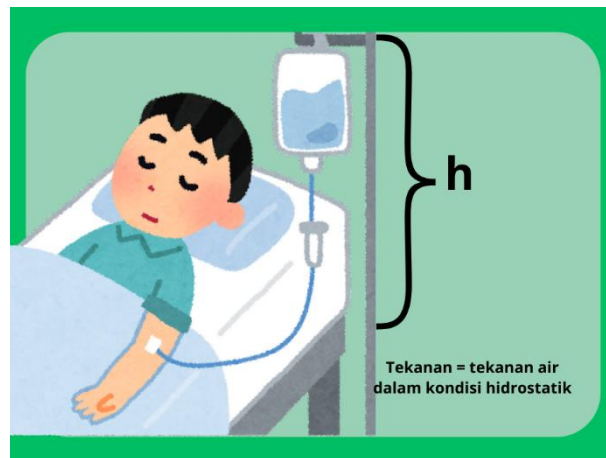
$$P = \frac{F}{A}$$

Di mana:

P adalah tekanan (dalam Pa atau mmHg),

F adalah gaya yang diterapkan oleh cairan (dalam Newton, N),

A adalah luas penampang saluran darah (dalam meter persegi, m²).



Penerapan prinsip tekanan zat cair pada infus-Canva.com

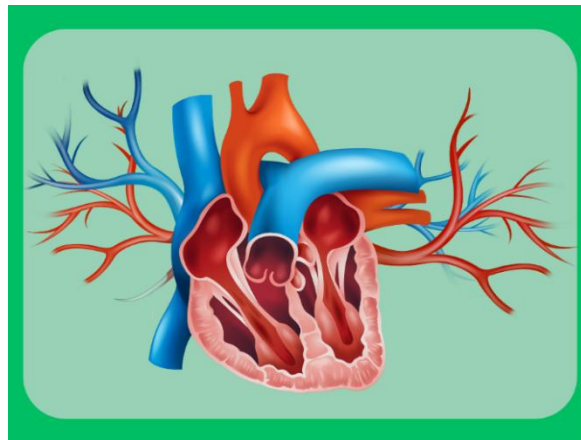
Tekanan dan Aliran Darah dalam Tubuh

Peredaran darah dalam tubuh manusia sangat bergantung pada tekanan yang dihasilkan oleh jantung untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Pada saat jantung berkontraksi, darah dipompa dengan tekanan tinggi ke arteri, yang mengalirkan darah ke berbagai organ dan jaringan tubuh. Selama proses ini, **resistensi** pembuluh darah juga mempengaruhi tekanan dan aliran darah. Resistansi dalam pembuluh darah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk diameter pembuluh darah dan viskositas darah. Semakin kecil diameter pembuluh darah atau semakin kental darah, semakin besar resistansinya, yang menyebabkan tekanan darah meningkat. Tekanan darah yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penyakit jantung, stroke, dan masalah ginjal.

Interaksi Darah dengan Paru-paru

Proses sirkulasi darah yang melibatkan paru-paru sangat penting untuk pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida. Darah yang mengalir melalui **kapiler paru-paru** akan mengalami pertukaran gas: karbon dioksida (CO_2) akan dikeluarkan dari darah ke dalam alveolus paru-paru, sementara oksigen (O_2) akan diserap ke dalam darah. Proses ini bergantung pada tekanan parsial gas, yang mengatur pergerakan gas dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi lebih rendah. Tekanan parsial oksigen di alveolus lebih tinggi daripada di darah, sehingga oksigen bergerak ke dalam darah melalui difusi.

Kerja Jantung



Jantung-Canva.com

Jantung manusia berfungsi sebagai pompa yang mengatur peredaran darah ke seluruh tubuh. Saat jantung berkontraksi (fase sistol), tekanan di dalam jantung meningkat, memaksa darah keluar menuju pembuluh darah besar seperti **aorta**. Ketika jantung beristirahat (fase diastol), tekanan darah dalam jantung menurun, dan darah mengalir kembali ke dalam ruang jantung untuk dipompa kembali. Kerja jantung sangat bergantung pada tekanan dan volume darah yang dipompa setiap denyutnya. Fungsi jantung yang efisien dalam mengatur tekanan darah sangat penting untuk menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh dan memastikan oksigen serta nutrisi dapat didistribusikan ke seluruh tubuh.

Contoh Soal

Dalam proses pertukaran gas di paru-paru, darah yang berasal dari jantung kanan menuju paru-paru membawa kadar oksigen rendah dan karbon dioksida tinggi. Mengapa setelah melalui paru-paru, darah yang kembali ke jantung kiri memiliki kadar oksigen tinggi?

Jawaban Benar: Karena terjadi pertukaran gas di alveolus, di mana oksigen berdifusi masuk ke dalam darah dan karbon dioksida berdifusi keluar dari darah.

Pembahasan:

Saat darah dengan kadar oksigen rendah mengalir ke kapiler paru-paru, perbedaan tekanan parsial gas menjadi faktor utama dalam pertukaran gas. Tekanan parsial oksigen di alveolus lebih tinggi daripada di dalam darah, sehingga oksigen berdifusi masuk ke dalam darah. Sebaliknya, tekanan parsial karbon dioksida di dalam darah lebih tinggi dibandingkan alveolus, sehingga karbon dioksida berdifusi keluar ke alveolus untuk kemudian dikeluarkan saat kita bernapas. Proses difusi ini membuat darah yang kembali ke jantung kiri menjadi kaya oksigen, siap diedarkan ke seluruh tubuh.

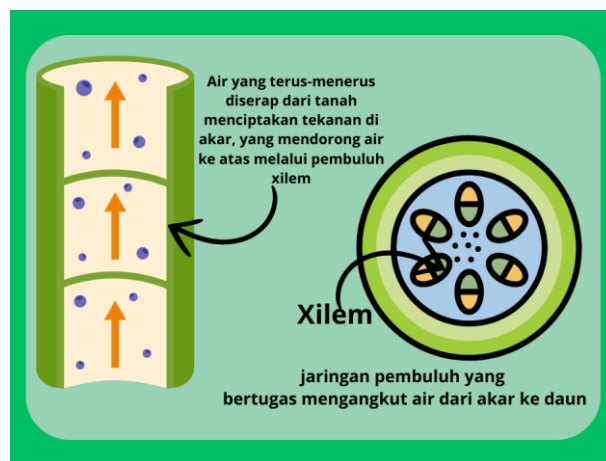


4. Transportasi Air dan Garam Mineral pada Tumbuhan

Tumbuhan memerlukan air dan garam mineral untuk mendukung berbagai proses seperti fotosintesis, respirasi, dan pertumbuhan. Transportasi air dan mineral dalam tumbuhan melibatkan prinsip fisika, seperti tekanan, kohesi, adhesi, dan transpirasi, yang bekerja melalui sistem xilem dan floem.

Proses Penyerapan Air dan Mineral

- Penyerapan Air oleh Akar: Air dari tanah masuk ke akar tumbuhan melalui proses osmosis. Molekul air bergerak dari daerah dengan konsentrasi zat terlarut rendah (tanah) ke daerah dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi (akar).
- Penyerapan Mineral: Mineral seperti nitrogen, fosfor, dan kalium diserap oleh akar melalui transport aktif, yang membutuhkan energi untuk melawan gradien konsentrasi.



Proses penyerapan air dari tanah-Canva.com

Pengangkutan Air melalui Xilem

Xilem adalah jaringan pembuluh yang bertugas mengangkut air dari akar ke daun. Pengangkutan ini dipengaruhi oleh beberapa mekanisme fisika:

a. Tekanan Akar

- Air yang terus-menerus diserap dari tanah menciptakan tekanan di akar, yang mendorong air ke atas melalui pembuluh xilem.
- Tekanan akar ini bekerja seperti pompa hidrolik pada tumbuhan, mendorong air ke atas secara perlahan.

b. Kapilaritas

Xilem berfungsi seperti tabung kapiler sempit. Air naik melalui xilem karena gaya **kohesi** (gaya tarik antarmolekul air) dan **adhesi** (gaya tarik antara molekul air dan dinding pembuluh xilem). Semakin sempit pembuluh xilem, semakin tinggi air dapat naik.

c. Transpirasi

- Transpirasi adalah proses penguapan air melalui stomata (lubang kecil di daun). Ketika air menguap dari daun, tekanan negatif terbentuk di bagian atas tumbuhan, yang menarik air dari akar ke daun.

- ▷ Proses ini mirip dengan cara sedotan bekerja: pengurangan tekanan di atas membuat cairan naik.
- ▷ Mineral yang telah diserap oleh akar dibawa ke bagian atas tumbuhan bersama dengan air melalui xilem. Mineral ini penting untuk proses fisiologis seperti sintesis protein dan pembentukan energi.

Transportasi Hasil Fotosintesis melalui Floem

Floem adalah jaringan pembuluh yang mengangkut hasil fotosintesis (seperti gula) dari daun ke bagian tumbuhan lain, termasuk akar, batang, dan buah. Proses ini disebut **translokasi**, yang juga melibatkan tekanan osmotik.

a. Proses Translokasi:

- ▷ Gula yang diproduksi di daun larut dalam air, menciptakan larutan dengan konsentrasi tinggi.
- ▷ Tekanan osmotik mendorong larutan gula ke dalam floem, yang kemudian mengalir menuju bagian tumbuhan yang membutuhkan energi atau cadangan makanan.

b. Faktor yang Mempengaruhi Transportasi

- ▷ Ketersediaan Air: Jika tanah kekurangan air, tekanan akar akan menurun, sehingga menghambat aliran air ke atas.
- ▷ Suhu dan Kelembapan: Suhu tinggi meningkatkan laju transpirasi, sementara kelembapan udara yang tinggi memperlambatnya.
- ▷ Ukuran dan Struktur Xilem: Semakin kecil diameter xilem, semakin besar gaya kapilaritas yang membantu air naik.

c. Contoh Aplikasi Prinsip Fisika

- ▷ Kapilaritas: Fenomena ini dapat dilihat pada tisu yang menyerap air atau minyak yang naik melalui sumbu lilin. Prinsip yang sama berlaku dalam xilem tumbuhan.
- ▷ Tekanan Akar dan Transpirasi: Mirip dengan cara sedotan bekerja, di mana pengurangan tekanan di bagian atas menarik cairan ke atas.

Contoh Soal

Pada tumbuhan, hasil fotosintesis berupa gula harus dipindahkan dari daun ke akar untuk disimpan sebagai cadangan makanan. Proses apa yang memungkinkan gula tersebut dapat ditransportasikan melalui floem, dan faktor apa yang paling memengaruhinya?

Jawaban Benar: Proses translokasi melalui floem, yang dipengaruhi oleh tekanan osmotik dan ketersediaan air.

Pembahasan:

Hasil fotosintesis di daun berupa gula larut dalam air sehingga membentuk larutan dengan konsentrasi tinggi. Larutan ini masuk ke dalam pembuluh floem, dan karena adanya perbedaan tekanan osmotik, gula terdorong menuju bagian tumbuhan lain yang membutuhkan energi atau penyimpanan, seperti akar atau buah. Transportasi ini sangat bergantung pada ketersediaan air di tanah; jika air cukup, tekanan osmotik dapat bekerja maksimal, sedangkan kekurangan air akan menghambat aliran hasil fotosintesis.

Rangkuman

1) Tekanan Zat

Tekanan zat adalah gaya yang bekerja pada setiap satuan luas permukaan. Tekanan zat padat ditentukan oleh gaya dan luas bidang tekan, sedangkan tekanan zat cair dipengaruhi oleh kedalaman, massa jenis, dan percepatan gravitasi. Beberapa prinsip penting dalam tekanan zat cair antara lain hukum bejana berhubungan, hukum Pascal, dan hukum Archimedes yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

2) Tekanan Udara

Selain pada zat cair, tekanan juga berlaku pada zat gas. Tekanan udara muncul karena tumbukan molekul udara dan nilainya semakin kecil jika ketinggian bertambah. Tekanan gas dapat diukur menggunakan manometer atau barometer. Hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu tetap dijelaskan oleh Hukum Boyle. Tekanan osmotik juga merupakan salah satu fenomena penting pada zat cair dan gas dalam sistem biologis.

3) Tekanan Zat Cair dalam Tubuh

Tekanan zat cair juga berperan dalam tubuh manusia. Tekanan darah yang dipompa jantung memastikan distribusi oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Proses pernapasan dipengaruhi oleh perbedaan tekanan parsial oksigen dan karbon dioksida antara alveolus dan darah. Sistem sirkulasi ini menunjukkan bahwa tubuh manusia bekerja berdasarkan prinsip tekanan fluida.

4) Transportasi Air dan Garam Mineral pada Tumbuhan

Tumbuhan menyerap air melalui akar dengan proses osmosis, sedangkan mineral masuk melalui transport aktif. Air bergerak ke atas melalui xilem dengan bantuan tekanan akar, daya kapilaritas, dan tarikan transpirasi. Hasil fotosintesis didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan melalui floem dalam proses translokasi. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan ketersediaan air sangat mempengaruhi proses transportasi ini.

Latihan Soal

1. Tekanan yang bekerja pada sebuah bidang tekan akan semakin besar jika...
 - A. Gaya diperkecil dan luas bidang diperbesar
 - B. Gaya diperbesar dan luas bidang diperkecil
 - C. Gaya dan luas bidang sama-sama diperkecil
 - D. Luas bidang tekan tidak berubah
2. Hukum Pascal menyatakan bahwa...
 - A. Tekanan gas berbanding lurus dengan volumenya pada suhu tetap
 - B. Tekanan zat cair ke segala arah sama besar dalam ruang tertutup
 - C. Tekanan fluida berkurang jika kecepatannya meningkat
 - D. Gaya apung sama dengan berat benda yang dipindahkan
3. Sebuah kapal laut yang sangat berat dapat tetap terapung di laut karena prinsip...
 - A. Hukum Pascal
 - B. Hukum Boyle
 - C. Hukum Archimedes
 - D. Hukum Bernoulli
4. Tekanan udara semakin kecil jika...
 - A. Ketinggian tempat bertambah
 - B. Ketinggian tempat berkurang
 - C. Suhu udara diturunkan
 - D. Volume gas dikurangi
5. Alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara adalah...
 - A. Manometer
 - B. Termometer
 - C. Barometer
 - D. Hidrometer
6. Perbedaan tekanan parsial oksigen dan karbon dioksida antara alveolus dan darah berperan penting dalam proses...
 - A. Fotosintesis
 - B. Difusi gas pernapasan
 - C. Osmosis air pada akar
 - D. Tekanan osmotik sel tumbuhan
7. Air dapat naik dari akar ke daun melalui pembuluh xilem karena adanya...
 - A. Tekanan osmotik dan translokasi
 - B. Tekanan akar, kapilaritas, dan tarikan transpirasi

- C. Tekanan udara dan gaya apung
- D. Tekanan darah dan difusi gas

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**



Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 8

Referensi

Bidwell, R. G. S. (1979). *Plant Physiology*. Macmillan.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2014). *Biology* (10th ed.). Pearson.

Giancoli, D. C. (2008). *Physics: Principles with Applications* (6th ed.). Pearson Prentice Hall.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of Physics* (10th ed.). John Wiley & Sons.

Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2008). *Introduction to Plant Physiology* (4th ed.). Wiley.

Jones, H. G. (2014). *Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biology of Plants* (8th ed.). W.H. Freeman and Company.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientists and Engineers* (9th ed.). Brooks/Cole.

Sherwood, L. (2015). *Human Physiology: From Cells to Systems* (9th ed.). Cengage Learning.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant Physiology and Development* (6th ed.). Sinauer Associates.



BAB 9:

SIFAT FISIKA, KIMIA, ORGANISME, DAN PELESTARIAN TANAH

Karakter Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, Mandiri, Peduli lingkungan, dan Gotong royong

• **Kata Kunci:** Tanah, Ekosistem, Fungsi tanah, Sumber daya alam, Batuan induk, Proses pembentukan tanah, Iklim, Waktu, Organisme tanah, Topografi, Bahan organik, Faktor lingkungan, Suhu, Kelembaban, Kesuburan tanah, Vegetasi.

Tujuan Pembelajaran: Memahami Peran Tanah sebagai Komponen Utama Kehidupan dan Ekosistem

1. Memahami definisi tanah

- ▷ Mengidentifikasi pengertian tanah dalam konteks kehidupan sehari-hari.
- ▷ Menghubungkan definisi tanah dengan perannya dalam ekosistem.

2. Menjelaskan fungsi tanah dalam kehidupan

- ▷ Mendeskripsikan peran tanah bagi manusia, tumbuhan, dan hewan.
- ▷ Menyebutkan manfaat tanah sebagai sumber daya alam.

3. Menguraikan proses pembentukan tanah

- ▷ Menjelaskan tahapan pembentukan tanah dari material asal (batuan induk).

▷ Memahami pengaruh waktu, iklim, dan organisme dalam proses pembentukan tanah.

4. Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan tanah

▷ Mengidentifikasi pengaruh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan organisme hidup.

▷ Mengkaji peran topografi dan bahan organik dalam pembentukan tanah.

5. Mengenali organisme yang hidup di tanah

▷ Mengidentifikasi berbagai jenis organisme yang ada di tanah.

▷ Memahami kontribusi organisme tanah terhadap kesuburan tanah dan ekosistem.



F I T R I



1. Tanah

Definisi Tanah



Lapisan-lapisan tanah-Canva.com

Tanah merupakan lapisan tipis pada permukaan Bumi yang terdiri atas campuran mineral, bahan organik, air, dan udara. Tanah terbentuk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cuaca, organisme hidup, dan waktu. Sebagai salah satu komponen utama ekosistem, tanah berfungsi sebagai media tumbuh bagi tanaman, habitat bagi berbagai organisme, serta sebagai penyedia nutrisi bagi makhluk hidup. Tanah memiliki struktur kompleks yang menentukan kemampuannya mendukung kehidupan. Selain itu, tanah juga berperan dalam siklus hidrologi, penyimpanan karbon, dan penyediaan bahan baku untuk aktivitas manusia. Dengan memahami tanah secara mendalam, kita dapat memanfaatkan dan melestarikannya secara bijak.

Proses Terbentuknya Tanah

Proses pembentukan tanah berlangsung selama ribuan hingga jutaan tahun melalui serangkaian tahapan. Ada tiga jenis pelapukan utama yang berkontribusi dalam pembentukan tanah:

a. Pelapukan secara Fisis



Pelapukan secara fisis-Canva.com

Pelapukan fisis adalah proses pecahnya batuan menjadi partikel-partikel kecil akibat pengaruh fisik seperti suhu, tekanan, dan aktivitas mekanis. Contohnya, perubahan suhu siang dan malam

menyebabkan batuan memuai dan menyusut sehingga retak dan terpecah. Proses ini juga dipercepat oleh air hujan yang meresap ke celah batuan dan membeku, sehingga memecah batuan lebih jauh.

b. Pelapukan secara Kimia



Pelapukan secara kimiawi-Canva.com

Proses ini melibatkan reaksi kimia antara mineral batuan dan bahan-bahan seperti air atau gas. Salah satu contohnya adalah pelarutan mineral oleh air yang mengandung karbon dioksida, menghasilkan senyawa baru yang lebih mudah larut. Pelapukan kimia juga sering kali mengubah struktur mineral batuan induk menjadi bahan penyusun tanah.

c. Pelapukan secara Biologis



Pelapukan secara biologis-Canva.com

Pelapukan biologis melibatkan aktivitas organisme hidup seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Akar tumbuhan yang menembus batuan dapat mempercepat pecahnya batuan, sementara mikroorganisme menghasilkan senyawa kimia yang memecah mineral. Hewan tanah seperti cacing juga membantu menguraikan bahan organik dan mencampurkannya dengan mineral tanah.

Faktor yang Berpengaruh dalam Pembentukan Tanah

Terdapat lima faktor utama yang memengaruhi pembentukan tanah:

a. Iklim

Iklim memengaruhi proses pelapukan batuan, terutama melalui suhu dan curah hujan. Daerah dengan iklim panas dan lembap cenderung memiliki tanah yang lebih subur karena pelapukan berlangsung lebih cepat.

b. Organisme Tanah

Organisme seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme membantu memecah bahan organik dan mencampurkannya dengan tanah. Mereka juga menciptakan struktur tanah yang lebih baik dan meningkatkan kesuburan.

c. Batuan Dasar

Batuan dasar adalah material awal pembentuk tanah yang menentukan sifat fisik dan kimia tanah, seperti tekstur, kandungan mineral, dan kesuburan. Misalnya, batuan basalt yang kaya mineral seperti kalsium dan magnesium menghasilkan tanah vulkanik yang subur dan cocok untuk pertanian. Sebaliknya, batuan pasir yang dominan kuarsa menghasilkan tanah miskin nutrisi, cocok untuk tanaman yang toleran terhadap kondisi kering seperti kaktus.

Tekstur batuan dasar juga berperan penting. Tanah dari batuan granit cenderung berpasir dan cepat mengalirkan air, sementara tanah dari batuan serpih lebih padat dan mampu menahan air, menjadikannya cocok untuk tanaman tertentu. Kombinasi ini memengaruhi kemampuan tanah mendukung kehidupan.

d. Topografi

Kemiringan dan bentuk permukaan tanah memengaruhi aliran air dan akumulasi bahan organik. Tanah di daerah datar biasanya lebih subur karena air dan nutrisi lebih mudah tersimpan.

e. Waktu

Pembentukan tanah memerlukan waktu yang sangat lama. Semakin lama proses pelapukan berlangsung, semakin matang tanah yang terbentuk, sehingga lebih kaya akan nutrisi dan bahan organik.

Contoh Soal

Tanah vulkanik di Indonesia terkenal subur dan banyak dimanfaatkan untuk pertanian. Kesuburan tanah tersebut terutama dipengaruhi oleh faktor pembentuk tanah berupa...

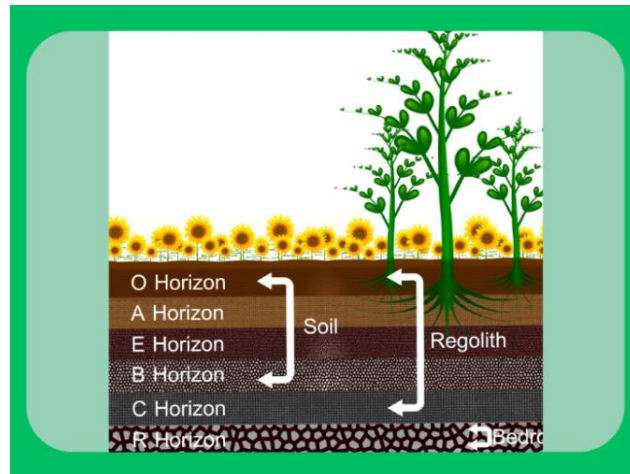
Jawaban Benar: Batuan dasar berupa basalt

Pembahasan:

Batuan dasar merupakan material awal yang sangat menentukan sifat tanah. Basalt adalah batuan yang kaya akan mineral penting seperti kalsium dan magnesium. Pelapukan basalt menghasilkan tanah vulkanik yang subur, sehingga banyak daerah di sekitar gunung berapi di Indonesia dimanfaatkan untuk lahan pertanian. Meskipun iklim, topografi, organisme, dan waktu juga berperan, faktor utama yang membuat tanah vulkanik sangat subur adalah kandungan mineral dari batuan basalt.



2. Komponen Lapisan Tanah (Horizon Tanah)



Horizon tanah-Canva.com

Tanah tersusun dalam lapisan-lapisan vertikal yang dikenal sebagai horizon tanah. Setiap horizon memiliki karakteristik unik yang terbentuk karena proses pelapukan batuan, aktivitas organisme, dan pencucian oleh air. Susunan horizon tanah dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

Horizon O (Lapisan Organik)

Horizon O adalah lapisan paling atas yang tersusun dari bahan organik, seperti daun, ranting, dan sisa-sisa hewan yang membusuk. Bahan organik ini, setelah terdekomposisi, membentuk humus yang kaya nutrisi. Horizon ini biasanya ditemukan di daerah yang memiliki vegetasi lebat, seperti hutan, dan merupakan lapisan yang sangat penting untuk mendukung kesuburan tanah.

Horizon A (Topsoil)

Lapisan ini sering disebut tanah atas karena berada tepat di bawah horizon O. Horizon A adalah campuran mineral tanah dan bahan organik yang telah terurai. Ini adalah lapisan yang paling subur dan menjadi tempat utama bagi tumbuhan untuk menyerap nutrisi melalui akarnya. Warna lapisan ini cenderung gelap karena tingginya kandungan humus.

Horizon E (Lapisan Eluviasi)

Horizon E adalah lapisan tempat pencucian (eluviasi) terjadi. Air yang meresap melalui horizon A membawa mineral, lempung, dan bahan organik larut ke lapisan di bawahnya, yaitu horizon B. Akibat proses pencucian ini, horizon E cenderung lebih terang dibandingkan horizon lainnya. Lapisan ini umum ditemukan pada tanah di daerah beriklim lembap dengan curah hujan tinggi.

Horizon B (Subsoil)

Lapisan ini disebut lapisan akumulasi karena mineral dan lempung yang tercuci dari horizon atas terendap di sini. Horizon B memiliki kandungan mineral yang tinggi, seperti besi dan aluminium, yang memberikan warna kemerahan atau kecoklatan. Tanah di horizon ini biasanya lebih keras dan kurang subur dibandingkan horizon A, namun tetap penting untuk mendukung struktur tanah.

Horizon C (Batuan Induk Lapuk)

Horizon C adalah lapisan tanah yang terdiri dari batuan induk yang mulai melapuk. Lapisan ini belum banyak dipengaruhi oleh aktivitas biologis atau pencucian, sehingga masih menyerupai struktur batuan asli. Horizon C berfungsi sebagai sumber utama material pembentuk tanah di horizon-horizon atas.

Horizon R atau D (Batuan Induk)

Lapisan terdalam ini terdiri dari batuan keras yang belum terlapuk sama sekali. Horizon ini merupakan dasar dari semua lapisan tanah dan menjadi sumber utama material pembentuk tanah. Karena sifatnya yang keras dan solid, horizon ini tidak dapat mendukung kehidupan langsung seperti horizon-horizon di atasnya.

Contoh Soal

Lapisan tanah yang paling subur dan menjadi tempat utama akar tumbuhan menyerap nutrisi adalah...

Jawaban Benar: Horizon A

Pembahasan:

Horizon A atau topsoil adalah lapisan tanah yang terletak tepat di bawah horizon O. Lapisan ini mengandung campuran mineral dan bahan organik terurai sehingga menjadi lapisan paling subur. Karena kaya akan humus, horizon A merupakan lapisan utama tempat akar tumbuhan menyerap nutrisi, menjadikannya sangat penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman.



Fakta Menarik



Lapisan warna tanah –
Shutterstock.com.2561589673

Warna tanah bukan sekadar estetika, dari warnanya kita bisa "membaca sejarah bumi": tanah merah menandakan kaya besi, tanah gelap menandakan kaya humus, bahkan arkeolog bisa menebak aktivitas manusia ribuan tahun lalu hanya dari lapisan tanahnya.



3. Berbagai Sifat Tanah

Tanah memiliki sifat fisik, kimia, dan biologis yang saling berhubungan dalam mendukung kehidupan. Sifat fisik memengaruhi porositas serta kemampuan menyimpan air dan nutrisi, sifat kimia menentukan ketersediaan unsur hara, sedangkan sifat biologis menjaga daur ulang nutrisi dan kesehatan tanah. Pemahaman sifat tanah penting untuk pengelolaan lahan, peningkatan kesuburan, serta menjaga keberlanjutan lingkungan melalui solusi seperti pengemburan, penambahan bahan organik, pengapuran, atau penyesuaian pH tanah.

Sifat Fisik Tanah

a. Tekstur Tanah

Tekstur tanah menunjukkan perbandingan kandungan pasir, debu, dan liat. Tekstur ini memengaruhi kemampuan tanah menahan air, udara, dan unsur hara. Tanah berpasir cepat meloloskan air tetapi miskin hara, sedangkan tanah liat menahan air lebih lama namun sulit diolah. Tekstur lempung dianggap ideal karena seimbang dalam menahan air dan menyediakan hara.

Tabel Proporsi Fraksi Menurut Jenis Tanah

Tekstur Tanah	Pasir (%)	Debu (%)	Lempung (%)	Karakteristik
Pasir	>85	<10	<10	Memiliki pori-pori besar, sangat mudah mengalirkan air, tetapi tidak menyimpan air dan nutrisi dengan baik. Cocok untuk tanaman yang membutuhkan drainase tinggi.
Pasir Berlempung	70–85	0–15	15–30	Lebih baik dalam menyimpan air dan nutrisi dibanding pasir, tetapi masih cepat mengering. Sering digunakan untuk tanaman tahan kekeringan.
Lempung Berpasir	50–70	10–25	20–35	Kombinasi yang lebih seimbang antara drainase dan retensi air. Umumnya cocok untuk berbagai jenis tanaman.
Lempung Berdebu	20–50	40–60	10–25	Memiliki tekstur halus dan cukup baik dalam menyimpan air, tetapi drainasenya agak lambat. Banyak ditemukan pada tanah subur di dataran rendah.
Lempung (Ideal)	20–50	30–50	20–50	Tanah yang paling seimbang untuk pertanian karena mampu menyimpan air dan nutrisi dengan baik serta memiliki drainase yang cukup.
Lempung Berat	<20	20–40	>40	Sangat kaya lempung, dapat menyimpan air dan nutrisi dalam jumlah besar, tetapi memiliki drainase buruk dan sulit diolah. Cocok untuk padi atau tanaman rawa.

b. Perbedaan Karakteristik Tekstur Tanah

Setiap jenis tekstur memiliki ciri khas. Tanah berpasir terasa kasar dan mudah diolah, namun cepat kering. Tanah debu lebih halus dan dapat menahan air lebih baik, tetapi mudah tererosi. Sementara itu, tanah liat bersifat lengket, sulit ditembus akar, tetapi mampu menyimpan air dan unsur hara dalam jumlah besar.

c. Struktur Tanah

Struktur tanah adalah susunan partikel tanah menjadi gumpalan atau agregat. Struktur remah dan granular baik untuk pertanian karena memudahkan peredaran air, udara, dan penetrasi akar. Sebaliknya, struktur gumpal, tiang, atau lempeng cenderung menghambat pertumbuhan tanaman. Tanah tanpa struktur (masif) biasanya padat dan sulit ditembus akar.



Tanah granular-Canva.com

d. Porositas Tanah

Porositas menunjukkan jumlah ruang kosong dalam tanah yang berfungsi menyimpan air dan udara. Tanah berpori besar (makropori) cepat mengalirkan air, sedangkan pori kecil (mikropori) menahan air lebih lama. Perbandingan kedua jenis pori inilah yang menentukan kesuburan tanah.

e. Faktor yang Mempengaruhi Persentase Pori

Besarnya porositas dipengaruhi oleh tekstur, struktur tanah, serta kandungan bahan organik. Tanah dengan struktur baik dan banyak humus umumnya memiliki porositas tinggi, sehingga mendukung peredaran air dan udara. Sebaliknya, tanah padat atau miskin bahan organik cenderung berpori sedikit.

f. Konsistensi Tanah

Konsistensi tanah adalah kemampuan tanah bertahan terhadap tekanan pada kondisi kering, lembap, maupun basah. Tanah liat biasanya keras saat kering, plastis saat lembap, dan lengket ketika basah. Sebaliknya, tanah berpasir cenderung rapuh dan mudah diolah.

g. Warna Tanah

Warna tanah dapat menjadi indikator kesuburan. Tanah gelap menandakan kandungan bahan organik tinggi, sedangkan warna merah atau kuning menunjukkan banyak oksida besi. Warna abu-abu atau putih biasanya miskin hara. Faktor kelembapan, mineral, dan proses pelapukan juga memengaruhi warna tanah.

h. Suhu Tanah

Suhu tanah berperan penting dalam pertumbuhan tanaman karena memengaruhi aktivitas mikroorganisme, perkecambahan, dan perkembangan akar. Suhu tanah dipengaruhi oleh radiasi matahari, tekstur, warna tanah, kandungan air, serta vegetasi penutup. Suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman berkisar antara 18–30°C.

Sifat Kimia Tanah

a. Larutan Tanah

Larutan tanah adalah campuran air dan ion terlarut yang menjadi sumber hara bagi tanaman. Ion-ion seperti kalsium, kalium, nitrat, dan fosfat mudah diserap oleh akar melalui larutan tanah. Kandungan larutan ini juga memengaruhi kesuburan dan aktivitas mikroorganisme.

b. Koloid Tanah

Koloid tanah terdiri atas mineral liat dan humus yang berukuran sangat halus. Koloid memiliki kemampuan menahan air dan menyerap ion bermuatan positif (kation), sehingga berfungsi sebagai penyimpan hara. Tanah dengan banyak koloid, terutama humus, umumnya lebih subur dibanding tanah berpasir.

c. pH Tanah

pH tanah menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan tanah dan sangat memengaruhi ketersediaan hara serta aktivitas mikroba. Sebagian besar tanaman tumbuh optimal pada pH netral, yaitu 6–7. Tanah terlalu asam dapat menimbulkan kelebihan logam beracun dan kekurangan unsur penting seperti fosfor, sedangkan tanah terlalu basa dapat menghambat ketersediaan hara tertentu. Pengelolaan pH dilakukan dengan pengapuran untuk tanah asam, penambahan sulfur atau pencucian garam untuk tanah basa, serta pemilihan tanaman yang sesuai dengan kondisi pH tanah yang ada.

Tabel kisaran pH rata-rata untuk berbagai jenis tanah di dunia

Jenis Tanah	Kisaran pH	Keterangan
Tanah Hutan Tropis	4.0–6.0	Tanah sangat asam, sering ditemukan di daerah tropis dengan curah hujan tinggi.
Tanah Podsolik	4.5–5.5	Tanah asam yang umum di daerah subtropis dan beriklim sedang.
Tanah Gambut	3.0–5.0	Sangat asam karena kandungan bahan organik yang tinggi.
Tanah Aluvial	6.0–7.5	Netral hingga sedikit basa, ideal untuk pertanian.
Tanah Vulkanik (Andosol)	5.5–7.0	Tanah subur dengan pH yang mendekati netral.
Tanah Pasir	6.0–7.5	Sedikit basa, sering ditemukan di daerah kering.
Tanah Salin	>7.5	Basa karena kandungan garam yang tinggi, ditemukan di daerah arid dan semi-arid.

Kegiatan Kelompok

Mengenal Sifat-Sifat Tanah

Tujuan: Mengidentifikasi dan membedakan sifat fisik dan kimia tanah melalui pengamatan sederhana.

Alat & Bahan:

- 1) Beberapa sampel tanah berbeda (pasir, liat, lempung, tanah kebun, tanah merah, dll.)
- 2) Gelas plastik/stoples kecil
- 3) Air
- 4) Kertas label & spidol
- 5) Lakmus/pH meter sederhana (jika ada)

Langkah Kegiatan:

- 1) Observasi Tekstur Tanah
 - ▷ Setiap kelompok mengambil satu sampel tanah.
 - ▷ Gosokkan tanah di tangan: rasakan apakah kasar (pasir), halus (debu), atau lengket (liat).
 - ▷ Catat hasilnya di tabel sederhana.
- 2) Uji Porositas
 - ▷ Masukkan tanah ke dalam gelas, lalu tuangkan air.
 - ▷ Amati apakah air cepat meresap (pasir), sedang (lempung), atau lama (liat).
- 3) Pengamatan Warna Tanah

Amati warna tanah (gelap, merah, kuning, abu-abu) dan diskusikan hubungannya dengan kesuburan.
- 4) Pengujian pH Sederhana
 - ▷ Celupkan kertas lakmus ke dalam larutan tanah (campuran tanah + air).
 - ▷ Catat apakah tanah cenderung asam, netral, atau basa.
- 5) Diskusi Kelompok
 - ▷ Bandingkan hasil antar kelompok.
 - ▷ Bahas: tanah mana yang paling subur, mana yang paling sulit diolah, dan bagaimana cara memperbaikinya.



4. Organisme Tanah

Hewan Tanah

a. Nematoda Tanah



Nematoda-Canva.com

Nematoda tanah adalah cacing mikroskopis yang ditemukan di berbagai ekosistem tanah, mulai dari tanah hutan, lahan pertanian, hingga padang rumput. Mereka memiliki tubuh berbentuk silindris dengan lapisan kutikula pelindung. Populasi nematoda dalam tanah bisa mencapai jutaan individu per meter persegi, menjadikannya salah satu organisme tanah paling melimpah. Nematoda memiliki peran berbeda dalam ekosistem berdasarkan fungsi ekologisnya. Nematoda saprofit berperan penting dalam siklus dekomposisi dengan memakan bahan organik yang terurai, seperti sisa tanaman atau mikroorganisme, sehingga mempercepat pelepasan nutrisi penting seperti nitrogen dan fosfor serta membantu pembentukan humus yang subur. Nematoda predator berfungsi menjaga keseimbangan ekosistem tanah dengan memangsa bakteri, protozoa, fungi, atau nematoda lain, bahkan bermanfaat dalam pertanian organik untuk menekan populasi nematoda parasit yang merugikan. Sementara itu, nematoda parasit justru menjadi ancaman bagi tanaman karena menyerang akar, menimbulkan pembengkakan, nekrosis, serta menurunkan kemampuan akar menyerap nutrisi, sehingga dapat menyebabkan kerugian besar dalam pertanian jika tidak dikendalikan.

b. Cacing Tanah



Cacing tanah-Canva.com

Cacing tanah adalah makroorganisme tanah yang dikenal sebagai "mesin alami" pembentuk tanah. Mereka hidup dengan memakan bahan organik dan tanah mineral, lalu mengeluarkan kotoran (*casting*) yang kaya nutrisi. Cacing tanah juga menciptakan terowongan yang meningkatkan aerasi dan drainase. Cacing tanah dikelompokkan berdasarkan kebiasaan hidupnya menjadi tiga jenis utama. Epigeik hidup di permukaan tanah atau lapisan organik atas, berukuran kecil hingga sedang

dengan warna gelap, serta berperan menguraikan bahan organik seperti daun gugur, contohnya *Eisenia fetida*.

Endogeik mendiami lapisan tanah mineral yang lebih dalam, jarang muncul ke permukaan, tubuhnya pucat, dan membuat terowongan horizontal yang membantu pencampuran tanah mineral dengan bahan organik, misalnya *Allolobophora chlorotica*. Anesik hidup di terowongan vertikal yang dalam, memiliki tubuh besar berwarna gelap, dan sering naik ke permukaan untuk mengambil bahan organik, contohnya *Lumbricus terrestris*. Secara ekologis, cacing tanah sangat bermanfaat karena dapat memperbaiki struktur tanah melalui terowongan yang meningkatkan porositas, meningkatkan kesuburan dengan menghasilkan kotoran kaya nutrisi, serta dimanfaatkan dalam teknologi vermikompos untuk mempercepat dekomposisi bahan organik.

c. Arthropoda Tanah

Arthropoda tanah adalah kelompok hewan berkaki banyak yang memiliki eksoskeleton keras. Mereka berperan penting dalam ekosistem tanah, baik sebagai predator, pemakan bahan organik, maupun pengurai. Arthropoda tanah terbagi menjadi empat kelas utama dengan peran penting dalam ekosistem. Arachnida, seperti laba-laba dan tungau tanah, memiliki delapan kaki tanpa antena; laba-laba berfungsi sebagai predator pengendali hama, sedangkan tungau membantu dekomposisi bahan organik. Crustacea, misalnya isopoda, memiliki tubuh bersegmen dengan eksoskeleton keras dan hidup di tempat lembap, berperan mempercepat siklus nutrisi dengan memakan bahan organik yang membusuk. Insecta, seperti rayap dan semut, ditandai dengan tubuh tiga bagian dan enam kaki; rayap menguraikan bahan organik keras, sedangkan semut mendukung aerasi tanah melalui aktivitas galinya. Myriapoda, yang mencakup kelabang dan lipan, memiliki tubuh panjang bersegmen dengan banyak kaki; kelabang bertindak sebagai predator pengendali serangga kecil, sedangkan lipan membantu dekomposisi dengan memakan bahan organik.

d. Mollusca

Mollusca adalah hewan invertebrata bertubuh lunak yang termasuk dalam filum Mollusca, salah satu filum terbesar dalam kerajaan hewan. Mollusca yang hidup di tanah umumnya berasal dari kelas Gastropoda, khususnya ordo Pulmonata, yang mampu beradaptasi di lingkungan darat seperti sampah organik, tanah hutan, celah-celah tanah, ruang pori tanah, hingga di bawah batu. Hewan-hewan ini memiliki tubuh lunak yang sering kali dilindungi oleh cangkang keras yang terbuat dari kalsium karbonat.

Mollusca tanah berperan penting dalam ekosistem sebagai pengurai bahan organik, karena mereka memakan daun gugur, jamur, dan sisa tumbuhan mati, membantu mempercepat proses dekomposisi dan pembentukan humus. Beberapa spesies Mollusca memiliki perilaku karnivora dengan memangsa organisme kecil seperti cacing tanah. Habitat mereka yang lembap dan tersembunyi membuat Mollusca menjadi indikator lingkungan sehat, terutama di ekosistem tanah yang kaya bahan organik. Keberadaan Mollusca tanah menunjukkan bahwa tanah memiliki kelembapan dan kualitas yang baik, mendukung aktivitas organisme lain di dalamnya.

Tumbuhan

a. Tumbuhan sebagai Komponen Tanah

Tumbuhan memainkan peran vital dalam menjaga keberlanjutan tanah sebagai sumber daya ekosistem. Melalui interaksi fisik, kimia, dan biologis, tumbuhan memengaruhi struktur tanah, kandungan nutrisi, dan aktivitas organisme tanah. Akar tanaman menciptakan hubungan langsung antara tanah dan atmosfer, sementara sisa-sisa organiknya menjadi bahan baku penting bagi proses dekomposisi yang mendukung kesuburan tanah.



Tumbuhan-Canva.com

b. Peran Tumbuhan dalam Ekosistem Tanah

Tumbuhan menjadi sumber utama bahan organik melalui daun gugur, akar mati, batang terurai, dan hasil metabolisme lain yang terdekomposisi oleh mikroorganisme, menghasilkan humus kaya nutrisi yang meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC) dan kesuburan tanah. Bahan organik ini memperkaya nutrisi, meningkatkan kemampuan tanah berpasir menahan air, serta membuat tanah liat lebih gembur. Selain itu, akar tanaman berfungsi sebagai perekat alami yang memperbaiki struktur tanah, mendukung infiltrasi air, dan mencegah erosi, seperti pada rumput vetiver di lahan miring. Tumbuhan juga berperan dalam siklus nutrisi, misalnya tanaman leguminosa yang bermitra dengan bakteri *Rhizobium* untuk mengikat nitrogen dari atmosfer dan menyediakannya bagi tanaman lain. Secara keseluruhan, kehadiran tumbuhan meningkatkan kesuburan tanah dengan memperkaya koloid tanah, menetralkan pH, mengurangi erosi, serta membantu mengatur siklus air melalui penyerapan dan penyimpanan cadangan air.

c. Jenis Tumbuhan Berdasarkan Fungsinya dalam Tanah

Tanaman memiliki peran penting dalam menjaga kualitas tanah melalui berbagai fungsi. Tanaman penutup tanah (*cover crop*) melindungi tanah dari erosi air maupun angin, meningkatkan kandungan bahan organik melalui sisa tanaman yang terurai, serta memperbaiki struktur tanah dengan akarnya, contohnya kacang-kacangan, clover, dan gandum hitam. Tanaman perbaikan tanah (*improvement crop*), seperti kedelai, kacang hijau, dan alfalfa, mampu meningkatkan kesuburan tanah melalui simbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk sintetis. Sementara itu, tanaman peneduh seperti akasia, mahoni, dan sengon berfungsi menurunkan suhu tanah, memberi naungan, serta melindungi organisme tanah dari paparan radiasi matahari langsung.

d. Aplikasi dalam Pengelolaan Tanah

▷ **Agroforestri**

Menggabungkan tanaman hutan dan tanaman pertanian dalam satu sistem untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kelembapan tanah, dan menjaga keberlanjutan lahan.

▷ **Teknologi Mulsa Hidup**

Menggunakan tanaman penutup tanah untuk melindungi tanah dari erosi, menekan gulma, dan menambah bahan organik.

▷ **Rehabilitasi Lahan Kritis**

Penanaman tanaman pionir, seperti akasia atau sengon, untuk memperbaiki struktur dan kesuburan tanah pada lahan yang terdegradasi.

Mikroorganisme Tanah

Mikroorganisme tanah adalah makhluk hidup mikroskopis yang membentuk dasar ekosistem tanah. Mereka berperan dalam menjaga kesuburan tanah, mendaur ulang nutrisi, dan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan populasi yang dapat mencapai miliaran per gram tanah, mikroorganisme tanah adalah penggerak utama proses biologis yang terjadi di bawah permukaan tanah.

a. Jenis-Jenis Mikroorganisme Tanah dan Perannya

1) Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme paling melimpah di tanah dan berperan penting dalam menjaga kesuburan. Mereka berfungsi dalam dekomposisi bahan organik, fiksasi nitrogen, pemecahan senyawa kompleks, hingga pelepasan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Bakteri pengurai, seperti *Pseudomonas* dan *Bacillus*, memecah protein serta karbohidrat menjadi senyawa sederhana yang menghasilkan nitrogen dan fosfat siap pakai. Bakteri pengikat nitrogen, baik yang bersimbiosis seperti *Rhizobium* pada akar leguminosa maupun yang hidup bebas seperti *Azotobacter*, membantu menyediakan nitrogen dalam bentuk amonia atau nitrat sehingga mengurangi kebutuhan pupuk sintetis. Selain itu, bakteri pemecah fosfat, misalnya *Bacillus megaterium* dan *Pseudomonas fluorescens*, berperan melarutkan fosfat terikat agar dapat diserap oleh tanaman.

2) Fungi (Jamur)

Jamur adalah mikroorganisme tanah yang hidup sebagai pengurai bahan organik, simbiosis tanaman, atau patogen. Mereka memiliki hifa yang dapat menjelajahi tanah untuk mencari sumber nutrisi.



Fungi dan hifa jamur tanah-Canva.com

Fungi tanah memiliki peran beragam dalam ekosistem. Fungi saprotof, seperti *Trichoderma* dan *Aspergillus*, berfungsi menguraikan bahan organik keras seperti lignin dan selulosa sehingga meningkatkan kandungan humus tanah. Fungi mikoriza, misalnya *Glomus* dan *Gigaspora*, hidup bersimbiosis dengan akar tanaman untuk membantu penyerapan air serta fosfor; jenis ektomikoriza hanya menempel pada permukaan akar, sedangkan endomikoriza menembus sel akar guna memperluas area serapan. Sebaliknya, fungi patogen seperti *Fusarium* dan *Phytophthora* dapat merugikan karena menyebabkan penyakit tanaman, termasuk busuk akar dan layu.

3) Protozoa

Protozoa adalah mikroorganisme bersel tunggal yang bergerak menggunakan silia, flagela, atau pseudopodia. Mereka ditemukan di pori-pori tanah yang berisi air. Protozoa tanah, seperti *Amoeba* dan *Paramecium*, berperan penting dalam ekosistem dengan memakan bakteri sehingga menjaga keseimbangan populasinya. Selain itu, aktivitas metabolisme protozoa menghasilkan nitrogen yang dapat dimanfaatkan tanaman sebagai nutrisi penting untuk pertumbuhan.



Protozoa Stentor, protozoa Entamoeba, protozoa Euglena-Canva.com

4) Aktinomisetes

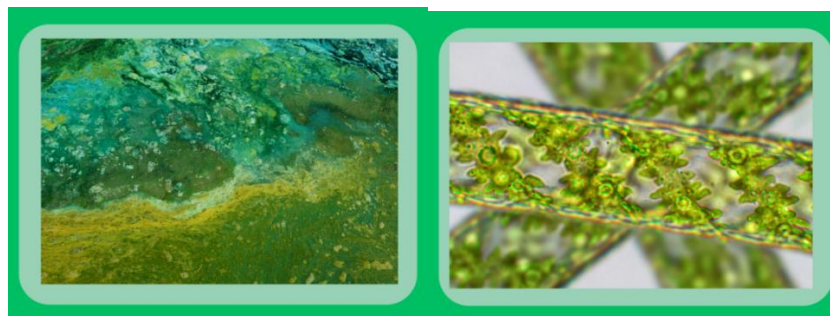
Aktinomisetes adalah mikroorganisme tanah yang menyerupai jamur tetapi termasuk bakteri. Mereka memiliki peran penting dalam siklus nutrisi dan pengendalian patogen. Aktinomisetes tanah, seperti *Streptomyces*, berperan menguraikan senyawa organik kompleks seperti lignin serta menghasilkan antibiotik alami, misalnya streptomisin, yang membantu melawan patogen tanah dan menjaga kesehatan ekosistem tanah.



Aktinomisetes-Canva.com

5) Alga Tanah

Alga adalah mikroorganisme fotosintetik yang hidup di tanah basah atau lembap. Mereka mencakup alga hijau, alga biru-hijau (cyanobacteria), dan alga coklat. Alga tanah, terutama cyanobacteria seperti *Anabaena* dan *Nostoc*, berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Mereka menghasilkan oksigen melalui fotosintesis sekaligus mampu mengikat nitrogen atmosfer, sehingga sangat bermanfaat bagi lahan basah atau sawah.



Alga biru, alga hijau-Canva.com

6) Virus dan Bakteriofag

Virus tanah berperan dengan menyerang mikroorganisme lain seperti bakteri dan jamur, sehingga membantu mengontrol populasi bakteri tertentu. Namun, virus tanah juga dapat merugikan karena berfungsi sebagai vektor yang menularkan penyakit pada tanaman.

b. Pentingnya Mikroorganisme Tanah dalam Ekosistem

Mikroorganisme tanah memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan dan kesehatan ekosistem. Mereka menguraikan bahan organik menjadi senyawa sederhana seperti humus, sekaligus melepaskan nutrisi esensial berupa nitrogen, fosfor, dan kalium. Dalam siklus biogeokimia, mikroorganisme berperan pada siklus nitrogen melalui proses fiksasi, nitrifikasi, hingga denitrifikasi, serta pada siklus fosfor dengan melarutkan fosfat yang tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu, hifa jamur membantu memperbaiki struktur tanah dengan membentuk agregat yang meningkatkan porositas, aerasi, dan kapasitas air. Beberapa mikroorganisme juga berfungsi sebagai pengendali patogen dengan menghasilkan senyawa antimikroba, sementara mikoriza dan bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR) mendukung ketahanan tanaman terhadap kondisi lingkungan yang kurang ideal seperti kekeringan atau salinitas.

c. Pengelolaan Mikroorganisme Tanah

- ▷ Penambahan Bahan Organik: Pupuk organik seperti kompos dan pupuk kandang menyediakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah.
- ▷ Pengelolaan pH Tanah: Mikroorganisme tumbuh optimal pada pH netral (6–7). Pengapuran atau penambahan sulfur dapat membantu menciptakan pH yang sesuai.
- ▷ Rotasi Tanaman: Rotasi tanaman dengan leguminosa, seperti kacang tanah atau kedelai, membantu menjaga populasi mikroorganisme pengikat nitrogen.
- ▷ Mengurangi Penggunaan Pestisida Kimia: Pestisida kimia dapat membunuh mikroorganisme tanah yang bermanfaat. Penggunaan pestisida biologis lebih ramah lingkungan.

Contoh Soal

Mengapa tanaman leguminosa seperti kedelai dan kacang hijau dianggap penting dalam menjaga kesuburan tanah?

Jawaban Benar: Karena tanaman leguminosa bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* untuk mengikat nitrogen dari atmosfer dan menyediakannya bagi tanaman lain.

Pembahasan:

Tanaman leguminosa memiliki kemampuan khusus dalam meningkatkan kesuburan tanah. Akar mereka membentuk bintil akar yang dihuni oleh bakteri *Rhizobium*. Bakteri ini mampu mengikat nitrogen bebas dari atmosfer dan mengubahnya menjadi senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan tanaman lain. Dengan demikian, keberadaan leguminosa dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi ekosistem tanah secara alami.

Rangkuman

Bab ini membahas berbagai aspek penting tentang **tanah**, mencakup sifat fisik dan kimia tanah, organisme tanah, serta peran tumbuhan dan mikroorganisme dalam menjaga kesuburan dan keberlanjutan ekosistem tanah. Setiap komponen saling berinteraksi, menciptakan sistem kompleks yang mendukung kehidupan, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

1) Tanah sebagai Sumber Kehidupan

Tanah adalah lapisan tipis yang menyelimuti permukaan bumi, terbentuk melalui proses pelapukan batuan dan aktivitas organisme selama ribuan tahun. Tanah tidak hanya menjadi media tumbuh bagi tanaman, tetapi juga menjadi habitat bagi berbagai makhluk hidup. Proses pembentukan tanah dipengaruhi oleh iklim, topografi, bahan induk, organisme, dan waktu.

2) Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Sifat fisik tanah, seperti tekstur, struktur, porositas, konsistensi, warna, dan suhu, menentukan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan nutrisi serta mendukung aktivitas organisme. Sifat kimia tanah, seperti pH, kapasitas tukar kation (CEC), dan kandungan unsur hara, memengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Kombinasi kedua sifat ini menentukan produktivitas tanah dan perlunya pengelolaan tambahan untuk mempertahankan atau meningkatkan kesuburan tanah.

3) Organisme Tanah sebagai Penggerak Ekosistem

Organisme tanah, baik makroorganisme seperti cacing tanah dan arthropoda, maupun mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan protozoa, memainkan peran vital dalam mendaur ulang bahan organik, mengatur siklus nutrisi, dan menjaga kesehatan tanah. Interaksi mereka dengan tumbuhan menciptakan ekosistem yang dinamis, di mana bahan organik dari tumbuhan menjadi energi bagi organisme tanah, sementara tanah menyediakan nutrisi kembali kepada tumbuhan.

4) Peran Tumbuhan dan Mikroorganisme

Tumbuhan tidak hanya berfungsi sebagai produsen dalam ekosistem tetapi juga sebagai penjaga kesehatan tanah. Akar tanaman memperbaiki struktur tanah, menambah bahan organik, dan mendukung mikroorganisme seperti mikoriza dan bakteri pengikat nitrogen. Mikroorganisme tanah mendukung dekomposisi bahan organik, menjaga keseimbangan populasi organisme, dan menyediakan nutrisi esensial bagi tanaman.

5) Pengelolaan Tanah untuk Keberlanjutan

Untuk menjaga produktivitas tanah dan keberlanjutan ekosistem, diperlukan pengelolaan yang bijaksana, seperti penambahan bahan organik, rotasi tanaman, penggunaan tanaman penutup tanah, dan pengelolaan pH tanah. Memanfaatkan hubungan simbiosis antara tumbuhan dan mikroorganisme juga dapat mengurangi kebutuhan pupuk sintetis dan mendorong pertanian berkelanjutan.

Latihan Soal

1. Tanah terbentuk melalui proses yang panjang. Faktor utama yang memengaruhi proses pembentukan tanah adalah
 - A. Iklim, topografi, bahan induk, organisme, dan waktu
 - B. Air, udara, pupuk, dan cahaya matahari
 - C. Tekstur, struktur, pH, dan warna tanah
 - D. Suhu, kelembapan, dan kandungan mineral
2. Sifat fisik tanah yang menentukan kemampuan tanah menyimpan air dan nutrisi adalah
 - A. pH tanah
 - B. Tekstur, struktur, dan porositas
 - C. Kapasitas tukar kation
 - D. Kandungan unsur hara
3. Organisme tanah berperan penting dalam ekosistem karena
 - A. Mengurangi jumlah pupuk sintetis yang diperlukan
 - B. Mengatur siklus nutrisi dan mendaur ulang bahan organik
 - C. Meningkatkan suhu tanah dan mempercepat pelapukan batuan
 - D. Mengganti peran akar tanaman dalam menyerap air
4. Akar tanaman berperan dalam menjaga kesehatan tanah karena
 - A. Menghasilkan energi dari cahaya matahari
 - B. Mengurangi kandungan air dalam tanah
 - C. Memperbaiki struktur tanah dan menambah bahan organik
 - D. Menetralkan semua unsur hara yang berlebihan
5. Mikroorganisme tanah seperti mikoriza dan bakteri pengikat nitrogen bermanfaat karena
 - A. Membantu dekomposisi bahan organik dan menyediakan nutrisi bagi tanaman
 - B. Menyerap cahaya matahari untuk menghasilkan energi
 - C. Menyebabkan kerusakan akar tanaman
 - D. Meningkatkan pH tanah secara drastis
6. Salah satu cara pengelolaan tanah untuk menjaga keberlanjutan ekosistem adalah
 - A. Menggunakan pupuk sintetis secara berlebihan
 - B. Melakukan rotasi tanaman dan menambahkan bahan organik
 - C. Mengeringkan tanah agar lebih gembur
 - D. Menghilangkan organisme tanah yang ada
7. Hubungan simbiosis antara tumbuhan dan mikroorganisme dapat memberikan manfaat berupa
 - A. Peningkatan kebutuhan pupuk sintetis
 - B. Percepatan erosi tanah

- C. Penyediaan nutrisi bagi tanaman secara alami
- D. Penurunan kapasitas tukar kation (CEC)

**Akses latihan soal
lainnya di sini yuk!**

Latihan Soal IPA
Kelas 9 BAB 9

Referensi

- Alexander, M. (1977). *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley & Sons.
- Brady, N.C., & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education, Inc.
- Edwards, C.A., & Bohlen, P.J. (1996). *Biology and Ecology of Earthworms*. Chapman & Hall.
- Foth, H.D., & Ellis, B.G. (1997). *Soil Fertility*. Lewis Publishers.
- Hillel, D. (1998). *Environmental Soil Physics*. Academic Press.
- Lal, R., & Stewart, B.A. (2019). *Soil and Climate*. CRC Press.
- Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G., & Zuberer, D.A. (2005). *Principles and Applications of Soil Microbiology*. Pearson Prentice Hall.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., & Beaton, J.D. (1985). *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Co.
- van Elsas, J.D., Trevors, J.T., & Wellington, E.M.H. (1997). *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, Inc.
- White, R.E. (2013). *Principles and Practice of Soil Science*. Wiley-Blackwell.