

BUKU DIGITAL SAINS LANJUT

Untuk Mahasiswa PGSD FKIP UAD
Semestar Genap 2018/2019



Ika Maryani, M.Pd.
Siwi Purwanti, M.Pd.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas terselesainya Buku Digital Sains Lanjut untuk Mahasiswa PGSD FKIP UAD Semester Genap 2018/2019. Buku dibuat dengan mengacu tujuan utama untuk membekali calon guru SD. Dalam penyusunan modul ini tentu saja masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis merasa perlu menerima masukan baik kritik maupun saran dari pembaca demi kesempurnaan buku digital ini.

Yogyakarta , Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DESKRIPSI MATA KULIAH.....	v
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU.....	vi
BAB I. SISTEM DALAM KEHIDUPAN TUMBUHAN	1
A. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan	1
B. Proses Perolehan Nutrisi Dan Transformasi Energi Pada Tumbuhan Hijau	5
C. Macam-Macam Gerak Pada Tumbuhan	8
D. Hama dan Penyakit pada Organ Tumbuhan	13
E. Soal Evaluasi.....	21
F. Daftar Pustaka.....	22
BAB II. SISTEM PADA MANUSIA	23
A. Sistem Ekskresi pada Manusia dan Hubungannya dengan Kesehatan	23
B. Sistem Produksi dan Penyakit yang Berhubungan dengan Sistem Reproduksi pada Manusia.....	48
C. Sistem Koordinasi dan Alat Indera pada Manusia dan Hubungannya dengan Kesehatan.....	53
D. Soal Evaluasi.....	66
E. Daftar Pustaka.....	67
BAB III. BIOTEKNOLOGI	68
A. Bioteknologi.....	68
B. Keuntungan Pemanfaatan Bioteknologi dalam Produksi Pangan.....	69
C. Produk Bioteknologi konvensional dan Modern di Lingkungan Sekitar	72
D. Membuat Produk Bioteknologi Sederhana	79
E. Soal Evaluasi.....	83
F. Daftar Pustaka.....	84

BAB IV. GAYA	85
A. Gaya	85
B. Energi	97
C. Pesawat Sederhana	99
D. Soal Evaluasi	102
E. Daftar Pustaka	109
BAB V. ASAM BASA GARAM DAN SIFATNYA	110
A. Asam-basa	110
B. Asam	111
C. Basa	114
D. Garam	115
E. Identifikasi Asam, Basa, dan Garam	117
F. Penentuan Skala Keasaman dan Kebasaan	120
G. Soal Evaluasi	124
H. Daftar Pustaka	125
BAB VI. FLUIDA	126
A. Menemukan hubungan antara gaya, tekanan, dan luas daerah yang dikenai gaya melalui percobaan	127
B. Mengaplikasikan prinsip bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari	136
C. Mendeskripsikan hukum Pascal dan Hukum Archimedes melalui percobaan sederhana serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	138
D. Menunjukkan beberapa produk teknologi dalam kehidupan sehari-hari sehubungan dengan konsep benda terapung, melayang dan tenggelam	140
E. Mengaplikasikan konsep tekanan benda padat, cair, dan gas pada peristiwa alam yang relevan (dalam penyelesaian masalah sehari- hari)	144
F. Soal Evaluasi	148
G. Daftar Pustaka	149
BAB VII. GETARAN, GELOMBANG, BUNYI	150
A. Getaran	150
B. Gelombang	152

C. Bunyi.....	160
D. Soal Evaluasi	179
E. Daftar Pustaka.....	182
BAB VIII. CAHAYA DAN ALAT OPTIK	183
A. Cahaya.....	183
B. Lensa.....	189
C. Alat-alat Optik	190
D. Soal Evaluasi.....	197
E. Daftar Pustaka.....	198
BAB IX. KONSEP ARUS, ENERGI, DAN DAYA LISTRIK.....	199
A. Arus	199
B. Energi.....	201
C. Daya Listrik	203
D. Soal Evaluasi.....	205
E. Daftar Pustaka.....	206
BAB X. KEMAGNETAN.....	207
A. Magner dan Medan Magnet.....	207
B. Manfaat Magnet dalam Kehidupan Sehari-hari.....	217
C. Induksi Elektromagnetik.....	218
D. Soal Evaluasi.....	220
E. Daftar Pustaka.....	221
BIODATA PENULIS.....	222

DESKRIPSI MATA KULIAH

Mata kuliah sains lanjut (0515120) ini memiliki bobot 2 sks. Setelah menempu mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan menguasai konsep ilmu pengetahuan alam (IPA) yang ada di sekolah dasar yang meliputi kajian tentang: 1) Sistem dalam kehidupan tumbuhan, 2) Sistem dalam kehidupan manusia (ekskresi, reproduksi, koordinasi) pada manusia, 3) Bioteknologi, 4) Gaya, energi, dan aplikasinya pada pesawat sederhana, 5) Asam, basa, garam, dan sifatnya, 6) Tekanan, 7) Getaran dan gelombang, dan bunyi, 8) Cahaya dan alat optik, 9) Arus, energi, dan daya listrik, 10) Magnet. Pada akhir perkuliahan, mahasiswa diharapkan mampu memanfaatkan konsep-konsep di atas dalam kehidupan sehari-hari. Integrasi Pendidikan karakter, komunikasi global, dan nilai-nilai keislaman dalam mata kuliah ini diharapkan mampu membekali mahasiswa dengan *softskill* yang dapat mereka gunakan dimasa yang akan datang,

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

1. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian-uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila masih ada materi yang kurang jelas, mahasiswa dapat bertanya pada dosen pengampu mata kuliah.
2. Kerjakan setiap tes formatif untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
3. Untuk kegiatan belajar terdiri dari capaian pembelajaran, materi, dan evaluasi. Anda dapat mengukur kemampuan anda setelah mempelajari materi dengan cara mengerjakan soal evaluasi.
4. Jika belum mengausai level materi yang diharapkan. Ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada dosen pengampu.
5. Lakukan umpan balik dan tindak lanjut untuk merefleksi kemampuan anda.

BAB I

SISTEM DALAM KEHIDUPAN TUMBUHAN

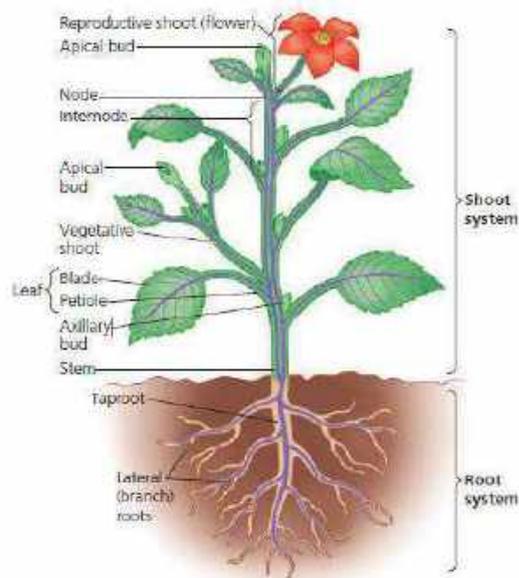
Kompetensi yang diharapkan:

1. Mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan
2. Mendeskripsikan proses perolehan nutrisi dan transformasi energi pada tumbuhan hijau
3. Mengidentifikasi macam-macam gerak pada tumbuhan
4. Mengidentifikasi hama dan penyakit pada organ tumbuhan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari

A. Mengidentifikasi Struktur Dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

1. Tiga Organ Dasar Tumbuhan (Akar, Batang, dan Daun)

Tumbuhan memiliki organ-organ yang tersusun atas jaringan-jaringan yang berbeda, yang pada akhirnya terdiri dari berbagai tipe sel yang berbeda. Jaringan (tissue) adalah sekelompok sel dengan fungsi atau struktur yang sama. Organ terdiri dari sejumlah tipe jaringan yang bersama-sama melaksanakan fungsi-fungsi tertentu. Dalam mempelajari hierarki organ, jaringan, dan sel tumbuhan, lebih mudah dimulai dari organ terlebih dahulu, karena organ merupakan struktur tumbuhan yang paling mudah di amati (Campbell, dkk, 316: 2008).



Gambar 1. Gambaran Umum Tumbuhan Berbunga (Campbell, dkk, 2008: 316).

a. Akar

Akar (*root*) adalah organ multiselular yang menambatkan tumbuhan vaskular ke dalam tanah, mengabsorpsi mineral dan air, dan seringkali menyimpan karbohidrat (Campbell, dkk, 2008: 316). Sebagian besar eudikotil dan gimnosperma memiliki sistem akar tunggang (*taproot system*, yang terdiri dari satu akar vertikal utama, yaitu akar tunggang yang berkembang dari akar embrionik. Akar tunggang memunculkan akar lateral, yang disebut juga akar cadangan.

Pada kebanyakan angiosperma, akar tunggang menyimpan gula dan pati yang akan dikonsumsi oleh tumbuhan selama perbungaan dan pembentukan buah. Oleh karena itu akar tanaman pangan seperti wortel, lobak, dan bit dipanen sebelum berbunga. Sistem akar tunggang biasanya menembus tanah hingga ke dalam dan teradaptasi dengan baik pada kondisi tanah dalam dengan air tanah yang jauh dari permukaan.

Pada tumbuhan vaskular tidak berbunga dan sebagian besar monokotil, misalnya rumput, akar embrionik mati dan tidak memunculkan akar utama. Sebagai gantinya, banyak akar kecil tumbuh dari batang. Akar semacam itu disebut *adventisia*. Setiap akar kecil membentuk akar-akar lateralnya sendiri. Hasilnya adalah sistem akar serabut –kumpulan akar yang umumnya tipis yang menyebar di bawah permukaan tanah.

b. Batang

Batang (*stem*) adalah organ yang terdiri dari sistem nodus (*node*) yang berselang-seling, titik tempat daun melekat, dan internodus (*internode*), segmen batang diantara nodus-nodus (gambar 1). Pada sudut teratas (aksil) yang terbentuk oleh setiap daun dan batang terdapat kuncup aksilaris (*axillary bud*), struktur yang dapat membentuk tunas lateral, biasa disebut cabang. Sebagian besar kuncup aksilaris suatu tunas muda bersifat dorman (tidak bertumbuh). Dengan demikian pemanjangan tunas muda biasanya terkonsentrasi di dekat ujung tunas, yang terdiri dari kuncup apikal.

Beberapa tumbuhan memiliki batang dengan fungsi-fungsi tambahan seperti penyimpanan makanan dan reproduksi aseksual. Batang-batang yang termodifikasi ini, yang mencakup rhizoma, umbi lapis, stolon, dan umbi batang, seringkali disangka akar (Campbell, dkk, 2008: 318).

c. Daun

Daun (*leaf*) pada kebanyakan tumbuhan vaskular merupakan organ fotosintetik utama, walaupun batang hijau juga melakukan fotosintesis. Bentuk daun bervariasi namun biasanya terdiri dari sebuah helaian (*blade*) pipih dengan satu tangkai daun (*petiole*), yang menyambungkan daun ke batang pada nodus. Rumput dan kebanyakan monokotil lain tidak memiliki tangkai daun sebagai gantinya dasar daun membentuk seludang yang membungkus batang.

Monokotil dan eudikotil berbeda dalam susunan vena (*vein*) atau urat daun, jaringan vaskular pada daun. Sebagian besar monokotil memiliki urat daun utama yang paralel di sepanjang helaian daun. Eudikotil biasanya memiliki jejaring urat daun utama yang bercabang-cabang.

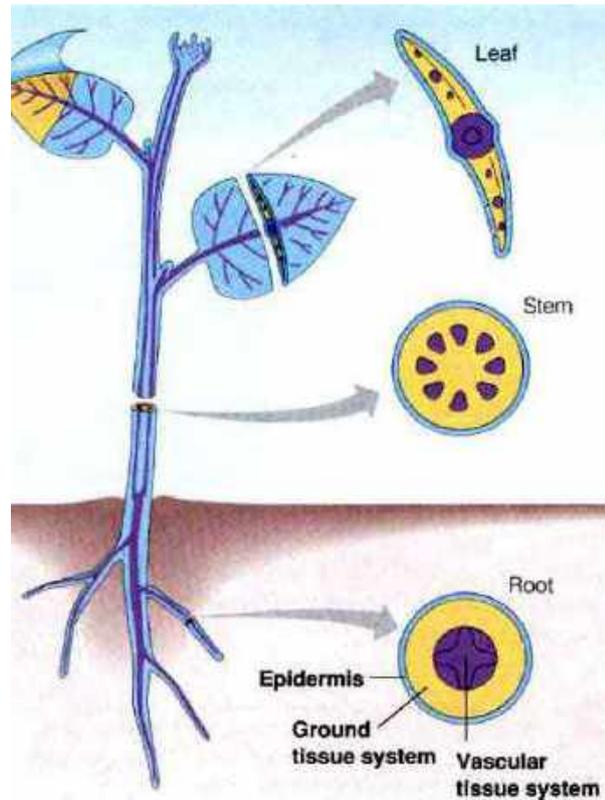
Dalam mengidentifikasi angiosperma berdasarkan struktur, para ahli taksonomi terutama bergantung pada morfologi bunga, namun mereka juga menggunakan variasi morfologi daun, misalnya bentuk daun, pola percabangan urat daun, dan susunan spasial daun. Banyak daun yang berukuran sangat besar merupakan daun majemuk atau majemuk ganda. Adaptasi struktural ini memungkinkan daun yang besar untuk menahan embusan angin yang kuat agar tidak mengalami terlalu banyak sobekan. Hal itu mungkin juga dimaksudkan agar beberapa patogen (organisme dan virus penyebab penyakit) yang menyerang daun hanya menyebar pada satu anak daun, bukan ke seluruh bagian daun. Hampir semua daun terspesialisasi untuk fotosintesis. Akan tetapi, beberapa spesies memiliki daun-daun dengan berbagai adaptasi yang memungkinkan daun-daun tersebut melakukan fungsi-fungsi tambahan, misalnya sebagai pendukung, pelindung, tempat penyimpanan, dan reproduksi (Campbell, dkk, 2008: 318).

2. Jaringan Dermis, Vaskular, dan Dasar

Setiap organ tumbuhan-akar, batang, atau daun memiliki jaringan dermis, vaskular, dan dasar. Masing-masing dari ketiga kategori ini membentuk **sistem jaringan (*tissue system*)**, sebuah unit fungsional yang menghubungkan semua organ tumbuhan. Walaupun setiap sistem jaringan sambung-menyambung ke seluruh bagian tumbuhan, karakteristik-karakteristik spesifik jaringan dan hubungan spesialnya satu sama lain bervariasi pada organ-organ yang berbeda.

Sistem jaringan epidermis (*dermal tissue system*) adalah lapisan pelindung terluar tumbuhan. Seperti kulit kita, sistem tersebut menjadi barisan pertahanan pertama melawan kerusakan fisik dan patogen pada tumbuhan tak berkayu, sistem jaringan ini biasanya merupakan jaringan tunggal yang disebut **epidermis**, selapis sel-sel yang tersusun rapat. Pada dedaunan dan kebanyakan batang, **kutikula (*cuticle*)**, lapisan berlilin pada permukaan epidermis, membantu mencegah kehilangan air. Pada tumbuhan berkayu, jaringan pelindung yang disebut **periderm** menggantikan epidermis di daerah-daerah yang lebih tua pada batang dan akar. Selain melindungi tumbuhan dari kehilangan air dan penyakit, epidermis memiliki berbagai karakteristik yang terspesialisasi pada setiap organ. Misalnya, rambut akar merupakan pemanjangan sel epidermis di dekat ujung akar. Trikoma (*trichome*), pertumbuhan serupa-rambut terdiri dari *berkas vasikuler (vasikular bundle)*, untai-untai terpisah yang mengandung xilem maupun floem terdiri dari berbagai macam tipe sel, termasuk sel-sel yang sangat terspesialisasi untuk pengangkutan atau pendukung.

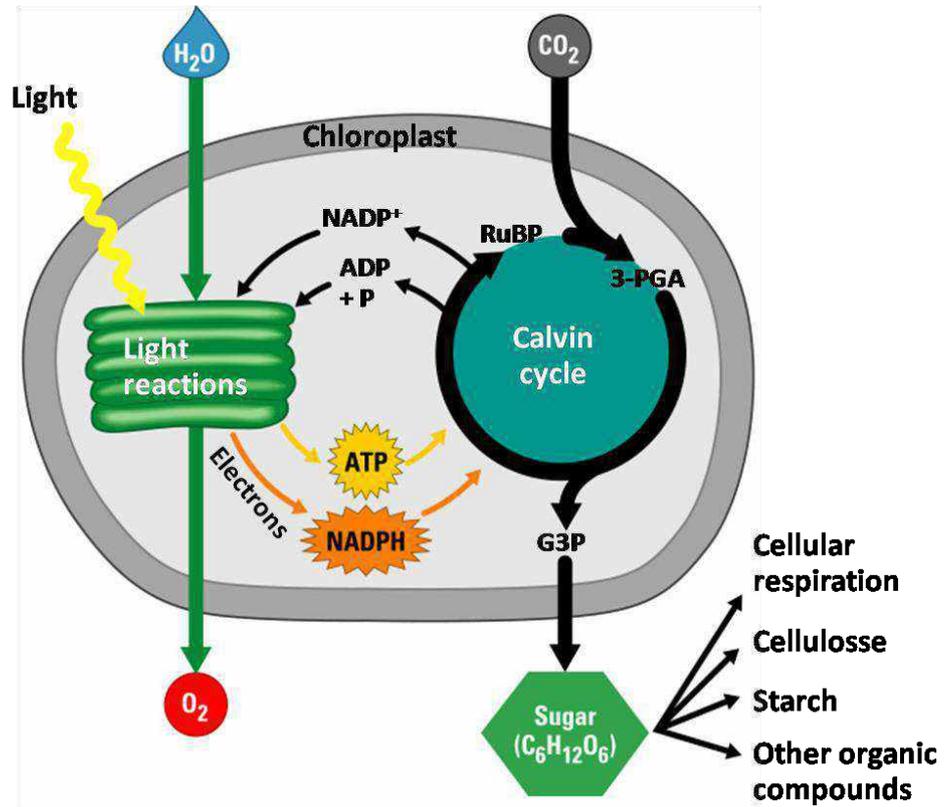
Dari epidermis tunas, mengurangi kehilangan air dan memantulkan sinar yang berlebihan. Trikoma juga dapat memberikan perlindungan terhadap serangga dengan membentuk penghalang atau menyekresikan cairan lengket dan senyawa beracun. Sebagai contoh, trikoma pada dedaunan aromatik seperti mint menyekresikan minyak yang melindungi tumbuhan dari herbivor dan penyakit. **Sistem jaringan vaskuler (*vascular tissue system*)** melaksanakan transport material jarak jauh antara sistem akar dan sistem tunas. Kedua tipe jaringan vaskular adalah xilem dan floem. **Xilem (*xylem*)** mengantarkan air dan mineral terlarut ke atas dari akar menuju ke tunas. **Floem (*phloem*)** menranspor gula, yang merupakan produk fotosintesis, dari tempat pembuatannya (biasanya daun) ke tempat yang membutuhkan biasanya akar dan tempat-tempat pertumbuhan, seperti daun dan buah yang sedang berkembang. Jaringan vaskular akar atau batang secara kolektif disebut **stele** (kata Yunani yang berarti ‘pilar’). Susunan stele bervariasi, bergantung pada spesies dan organ. Pada angiosperma, misalnya, stele akar merupakan silinder vaskular (*vascular cylinder*) sentral yang padat dari xilem dan floem, sementara stele dari batang dan daun.



Gambar 2. Tiga Sistem Jaringan Tumbuhan

B. Mendeskripsikan Proses Perolehan Nutrisi Dan Transformasi Energi Pada Tumbuhan Hijau

Kehidupan di bumi adalah kehidupan bertenaga surya. Kloroplas tumbuhan menangkap energi cahaya yang telah menempuh 150 juta kilometer dari matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia yang disimpan dalam gula dan molekul-molekul organik lain. Proses perubahan ini yang disebut fotosintesis (Campbell, 200: 2008). Fotosintesis berasal dari kata foton yang berarti cahaya dan sintesis yang berarti penyusunan. Jadi fotosintesis adalah proses penyusunan dari zat organik H₂O dan CO₂ menjadi senyawa organik yang kompleks yang memerlukan cahaya. Fotosintesis hanya dapat terjadi pada tumbuhan yang mempunyai klorofil, yaitu pigmen yang berfungsi sebagai penangkap energi cahaya matahari (Kimball, 2002).



Gambar 3. Kloroplas: Tempat fotosintesis pada tumbuhan

Seluruh bagian hijau tumbuhan, termasuk batang hijau dan buah yang belum matang, memiliki kloroplas, namun daun merupakan tempat utama fotosintesis pada sebagian besar tumbuhan. Ada sekitar setengah juta kloroplas per milimeter persegi permukaan daun. Warna daun berasal dari **klorofil** (*chlorophyll*), pigmen hijau yang terletak di dalam kloroplas. Energi cahaya yang diabsorpsi (diserap) oleh klorofil menggerakkan sintesis molekul organik dalam kloroplas. Kloroplas terutama ditemukan dalam sel **mesofil** (*mesophyll*), jaringan di interior daun. Karbon dioksida memasuki daun, dan oksigen keluar, melalui pori-pori mikroskopik yang disebut **stomata** (tunggal stomata; dari kata Yunani yang berarti 'mulu'). Air yang diserap oleh akar diangkut ke daun melalui pembuluh.

Dua tahap fotosintesis:

Persamaan fotosintesis merupakan rangkuman sederhana dari proses yang kompleks. Sebenarnya, fotosintesis bukanlah satu proses tunggal, melainkan dua proses, yang masing-masing terdiri dari banyak langkah. Kedua tahap fotosintesis dikenal dengan **reaksi terang** (*light reaction*, bagian foto dari fotosintesis) dan

siklus Calvin (*Calvin cycle*, bagian sintesis. Reaksi terang merupakan tahap-tahap fotosintesis yang mengubah energi surya menjadi energi kimia. Air dipecah menyediakan sumber elektron dan proton (ion hidrogen, H^+) serta melepaskan O_2 sebagai produk sampingan. Cahaya yang diserap oleh klorofil menggerakkan transfer elektron dan ion hidrogen dari air menuju penerima yang disebut **NADP⁺** (nikotinamida adenin dinukleotida fosfat), tempat penyimpanan partikel-partikel itu untuk sementara. Penerima elektron **NADP⁺** adalah kerabat dekat **NAD⁺**, yang berfungsi sebagai pembawa elektron dalam respirasi selular; kedua molekul tersebut hanya berbeda dalam hal keberadaan satu gugus fosfat ekstra dalam molekul **NADP⁺**. Reaksi terang menggunakan tenaga surya untuk mereduksi **NADP⁺** menjadi NADPH dengan cara menambahkan sepasang elektron bersama-sama dengan H^+ . Reaksi terang juga menghasilkan ATP, menggunakan kemiosmosis untuk memberikan tenaga bagi penambahan gugus fosfat ke ADP, proses yang disebut **fotofosforilasi** (*photophosphorylation*). Dengan demikian, energi cahaya awalnya diubah menjadi energi kimia dalam bentuk dua senyawa: NADPH, sumber elektron sebagai ‘tenaga produksi’ yang dapat diteruskan ke molekul penerima elektron, dan mereduksi molekul tersebut; dan ATP, sumber energi serbabisa dalam sel. Perhatikan bahwa reaksi terang tidak menghasilkan gula; pembentukan gula terjadi pada tahap kedua fotosintesis, yaitu siklus Calvin.

Siklus Calvin dinamakan menurut Melvin Calvin yang bersama-sama para koleganya mulai mengungkapkan langkah-langkah siklus tersebut pada akhir tahun 1940an. Siklus Calvin diawali dengan penggabungan CO_2 dari udara ke dalam molekul organik yang sudah ada dalam kloroplas. Penggabungan karbon ke dalam senyawa organik pada awal siklus ini disebut **fiksasi karbon** (*carbon fixation*). Siklus Calvin kemudian mereduksi karbon yang terfiksasi menjadi karbohidrat melalui penambahan elektron. Tenaga pereduksi disediakan NADPH, yang menerima muatan elektronnya dalam reaksi terang. Untuk mengubah CO_2 menjadi karbohidrat, siklus Calvin juga membutuhkan energi kimia dalam bentuk ATP, yang juga dibentuk oleh reaksi terang. Dengan demikian, siklus Calvin-lah yang membuat gula, namun siklus tersebut hanya dapat melakukannya dengan bantuan NADPH dan ATP yang dihasilkan oleh reaksi terang. Langkah-langkah metabolik pada siklus Calvin terkadang disebut sebagai reaksi gelap, atau reaksi tak-

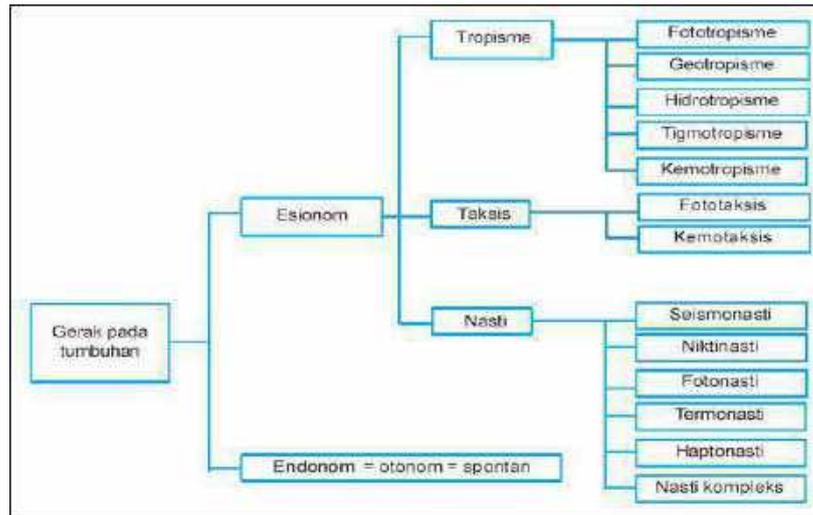
bergantung-cahaya, sebab tidak ada satupun dari langkah itu yang membutuhkan cahaya *secara langsung*. Bagaimana pun juga, siklus Calvin pada sebagian besar tumbuhan terjadi pada siang hari, karena hanya pada waktu itulah reaksi terang dapat menyediakan NADPH dan ATP yang dibutuhkan oleh siklus Calvin. Pada dasarnya, kloroplas menggunakan energi cahaya untuk membuat gula dengan cara mengoordinasi kedua tahap fotosintesis tersebut.

Seperti yang diindikasikan oleh peraga 10.5, tilakoid kloroplas merupakan tempat berlangsungnya reaksi terang, sedangkan siklus Calvin terjadi dalam stroma. Dalam telakoid, molekul NADP⁺ mengambil elektron, sedangkan ADP mengambil fosfat. NADPH dan ATP kemudian dilepaskan ke stroma, tempat kedua molekul tersebut memainkan peran krusial dalam siklus Calvin. Kedua tahap fotosintesis dalam peraga tersebut diperlakukan sebagai modul metabolik yang mengambil bahan penyusun dan menghasilkan produk. Langkah kita berikutnya untuk memahami fotodintesis adalah dengan mempelajari lebih dekat bagaimana kedua tahap itu bekerja, diawali dari reaksi terang.

C. Mengidentifikasi Macam-Macam Gerak Pada Tumbuhan

Salah satu ciri dari makhluk hidup adalah bergerak. Manusia, hewan, dan tumbuhan melakukan pergerakan. Kendati demikian, pergerakan yang dilakukan tumbuhan sangat berbeda dengan pergerakan yang dilakukan manusia dan hewan. Jika manusia dan hewan dapat melakukan gerak aktif (berpindah tempat), maka tumbuhan hanya dapat melakukan gerak pasif (tidak bisa berpindah tempat). Nah, gerak pada tumbuhan sendiri dapat dibedakan menjadi bermacam-macam. Sebelum membahas tentang macam macam gerak pada tumbuhan dan contohnya, terlebih dahulu mari kita pahami mekanisme gerak yang terjadi pada tumbuhan.

Gerakan pada tumbuhan dapat terjadi setelah ia memperoleh rangsangan. Rangsangan tersebut bisa berasal baik dari dalam dirinya sendiri maupun dari lingkungan luar. Yang dimaksud dimaksud dengan rangsangan dalam hal ini dapat berupa air, cahaya, gravitasi bumi, zat kimia, dan lain sebagainya.



Gambar 4.. Peta konsep gerak pada tumbuhan

Adapun berdasarkan asal rangsangan, gerak pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu gerak endonom dan gerak esionom.

1. Gerak Endonom (Autonom)

Gerak endonom adalah gerak pada tumbuhan yang disebabkan pengaruh adanya rangsangan yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan itu sendiri. Oleh karena itu, gerak endonom juga dapat disebut gerak autonom.

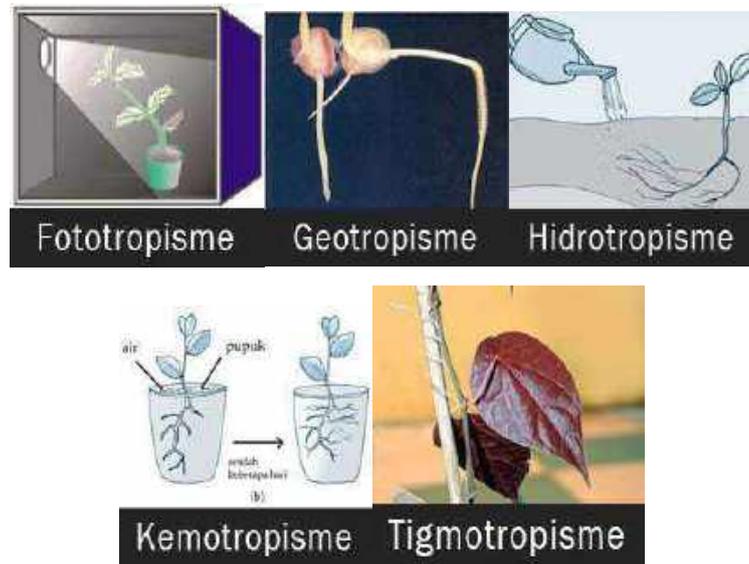
Contoh gerak endonom di antaranya adalah gerak higroskopis atau gerak bagian tubuh tumbuhan karena berubahnya kadar air di dalam tubuh. pecahnya kulit buah lamtoro dan turi, serta gerak membukanya kotak spora pada tumbuhan paku dan tumbuhan lumut adalah contoh gerak endonom yang paling sederhana.

2. Gerak Esionom (Etionom)

Gerak etionom adalah gerak pada tumbuhan yang disebabkan pengaruh adanya rangsangan yang berasal dari lingkungan luar. Gerak etionom dibedakan menjadi 3 macam. Macam-macam gerak etinom tersebut beserta contohnya dijelaskan sebagaimana berikut:

a) Gerak Tropisme

Gerak tropisme adalah gerak pada tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Gerak tropisme dibedakan menjadi 2, yaitu gerak tropisme positif dan gerak tropisme negatif. Dikatakan gerak tropisme positif apabila arah gerak tumbuhan mendekati sumber rangsangan, dan dikatakan gerak tropisme negatif apabila arah gerak tumbuhan menjauhi sumber rangsangannya.



Gambar 8. Gerak Tropisme

Gerak tropisme dapat terjadi pada semua organ tumbuhan, mulai dari daun, cabang, sulur, kuncup bunga, hingga akar. Adapun berdasarkan jenis rangsangannya, gerak tropisme dibedakan menjadi 5 macam, yaitu gerak fototropisme, gerak geotropisme, gerak hidrotropisme, gerak kemotropisme, dan gerak tigmotropisme.

b) Gerak Fototropisme

Gerak fototropisme adalah gerak tumbuhan yang disebabkan pengaruh rangsangan cahaya. Contoh gerak fototropisme misalnya, tanaman yang diletakkan di dalam kamar dekat dengan jendela, cabang dan batang tanaman tersebut akan tumbuh ke arah cahaya yang datang masuk lewat jendela.

c) Gerak Geotropisme

Gerak Geotropisme sering disebut juga Gravitropisme adalah gerak tumbuhan yang disebabkan pengaruh rangsangan gravitasi bumi. contoh gerak geotropisme adalah gerakan akar yang tumbuh vertikal ke arah pusat bumi.

d) Gerak Hidrotropisme

Gerak Hidrotropisme adalah gerak tumbuhan yang disebabkan pengaruh rangsangan sumber air. Contoh gerakan hidrotropisme adalah gerakan ujung akar menuju sumber air.

e) Gerak Kemotropisme

Gerak Kemotropisme adalah gerak tumbuhan yang disebabkan pengaruh rangsangan zat kimia tertentu. Contoh gerak kemotropisme adalah gerakan ujung akar ke arah zat kimia pupuk.

f) Gerak Tigmotropisme

Gerak Tigmotropisme sering disebut juga Haptotropisme adalah gerak tumbuhan yang disebabkan pengaruh rangsangan sentuhan atau persinggungan. Contoh gerak tigmotropisme adalah gerak membelit pada ujung sulur tanaman semangka, anggur, kacang panjang, melon, pare, sirih, dan lain-lain sebagainya.

3. Gerak Nasti

Gerak Nasti adalah gerak pada tumbuhan yang arahnya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Artinya, arah gerak tumbuhan yang mengalami gerak nasti dapat terjadi secara acak.





Gambar 9. Gerak Nasti

Berdasarkan rangsangan yang mempengaruhinya, gerak nasti dibedakan menjadi 5 macam, yaitu gerak fotonasti, niktinasti, tigmonasti, termonasti, dan dan gerak nasti kompleks.

- a) Gerak fotonasti adalah gerak nasti yang disebabkan pengaruh rangsangan cahaya. Contoh gerak fotonasti misalnya gerak mekarnya bunga sepatu (*Hibiscus rosasinensis*) saat siang dan menguncup saat malam hari, serta gerak mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) saat sore hari.
- b) Gerak niktinasti adalah gerak nasti yang disebabkan pengaruh rangsangan gelap. Contoh gerak niktinasti misalnya gerak mengatup pada daun majemuk polong-polongan saat malam dan gerak mekarnya bunga wijayakusuma pada malam hari.
- c) Gerak tigmonasti disebut juga gerak Seismonasti adalah gerak nasti yang disebabkan pengaruh rangsangan sentuhan atau getaran. Contoh gerak tigmonasti terjadi pada daun putri malu dan daun sikejut saat disentuh.
- d) Gerak termonasti adalah gerak nasti yang disebabkan pengaruh rangsangan suhu. Contoh gerak termonasti terjadi pada bunga tulip yang mekar saat suhu lingkungan mendadak naik dan menutup saat suhu lingkungan mendadak turun.
- e) Gerak nasti kompleks adalah gerak nasti yang disebabkan pengaruh beberapa rangsangan sekaligus. Contoh gerak nasti kompleks adalah gerakan membuka dan menutup pada stomata.
- f) Hiponasti adalah pembengkokan organ ke atas, sedangkan epinasti adalah pembengkokan organ ke bawah (Lukman dan Sumaryono, 1995: 97)

4. Gerak Taksis

Gerak taksis adalah gerak berpindah tempat pada tumbuhan atau bagian tumbuhan yang arahnya dipengaruhi oleh datangnya rangsangan. Gerak taksis dibedakan menjadi 2, yaitu gerak fototaksis dan gerak kemotaksis.

1. Gerak fototaksis

Gerak fototaksi adalah gerak taksis yang dipengaruhi oleh cahaya. Contohnya gerakan tumbuhan Euglena ke arah cahaya.

2. Gerak kemotaksis

Gerak kemotaksis adalah gerak taksis yang dipengaruhi oleh zat kimia tertentu. contohnya gerakan spermatozoid ke arah sel telur.

D. Mengidentifikasi Hama Dan Penyakit Pada Organ Tumbuhan Yang Dijumpai Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dalam arti luas adalah semua bentuk gangguan pada manusia, ternak dan tanaman. Organisme pengganggu tanaman ini meliputi hama, patogen, dan gulma. Hama Tanaman adalah semua hewan, yang karena aktivitas hidupnya, merusak tanaman atau hasilnya, sehingga menimbulkan kerugian secara ekonomi. Hewan yang dapat menjadi hama antara lain serangga, tungau, tikus, burung, dan mamalia besar. Patogen Tanaman adalah semua organisme hidup yang mendapatkan makanan dari tanaman sehingga tanaman sakit dan menimbulkan kerugian secara ekonomi. Patogen yang dapat menyebabkan penyakit tanaman antara lain adalah golongan jamur (cendawan), bakteri, molikot (bakteri tanpa dinding sel), nematoda, protozoa, virus dan viroid (partikel yang menyerupai virus), serta tumbuhan berbiji tingkat tinggi yang bersifat sebagai parasit. Gulma Tanaman adalah semua bentuk tanaman yang pertumbuhannya tidak dikehendaki seperti rumput, semak, dan lain-lain yang dapat mengganggu tanaman pertanian utama.

Penyakit tanaman dapat menimbulkan kerugian secara langsung karena penyakit tanaman mengurangi kuantitas dan kualitas hasil, serta meningkatkan biaya produksi. Kerugian tersebut selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya serangkaian kerugian tidak langsung yang dirasakan oleh masyarakat. Tumbuh-

tumbuhan dapat mengalami kematian karena akar atau pangkal batangnya busuk akibat penyakit atau pengangkutan unsur hara terganggu karena penyakit pembuluh. Kerusakan pada daun dapat mengurangi fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman terganggu. Penyakit tertentu dapat menurunkan kualitas hasil tanaman tanpa mengurangi kuantitasnya. Demikian pula kerusakan pada tanaman hias pada umumnya dapat mengurangi nilai tanaman. Tetapi sebaliknya bila penyakit tersebut menyebabkan penyimpangan pertumbuhan yang sesuai dengan selera kebanyakan orang, maka penyimpangan tersebut dapat mempertinggi nilai tanaman hias. Sebagai contoh, infeksi virus yang menyebabkan daun belang pada tanaman *Abutilon* atau pecah warna pada kelopak bunga tulip justru meningkatkan harga tanaman tersebut.

Gejala-gejala tanaman mengalami penyakit menurut Semangun (2006: 45) dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

- a. Gejala-gejala nekrotik, disebabkan karena adanya kerusakan pada sel, bagian sel, atau matinya sel.
- b. Gejala-gejala hipoplastik, disebabkan karena terhambat atau terhentinya pertumbuhan sel (*underdevelopment*)
- c. Gejala-gejala hiperplastik, disebabkan karena pertumbuhan sel yang lebih dari biasa (*overdevelopment*)

Adapun penyakit yang menyerang tumbuhan adalah sebagai berikut :

1. Penyakit Tungro



Gambar 10. Penyakit Tungro

Tungro, yang berarti “pertumbuhan terhambat” untuk pertama kali ditemukan di Filipina pada tahun 1963. Penyakit tungro yang sering terjadi pada tanaman padi adalah salah satu penyakit akibat produksi pada padi nasional karena

sudah kehilangan hasil yang mengakibatkan tinggi. Sehingga penyakit ini sudah menyebar di seluruh Indonesia.

Penyebab penyakit ini yaitu virus yang ditularkan oleh wereng hijau. Gejala Penyakit Tungro : padi yang sakit tungro terhambat pertumbuhannya dan warna daunnya berubah, yang bervariasi dari kuning ke merah jambu. Gejala ini dipengaruhi oleh varietas padi, lingkungan, umur tanaman dan strain virus. Perubahan warna mulai dari ujung daun, yang meluas ke bagian pangkal daun atau tidak. Daun muda tampak belang, sedangkan daun tua mempunyai bercak-bercak coklat karat dengan bermacam-macam ukuran. Penyakit pada tanaman yang masih muda dapat hilang karena dengan bertambahnya umur dapat sembuh (Semangun, 2006: 640).

2. Penyakit Hawar Daun Kentang



Gambar 13. Penyakit hawar daun kentang

Penyakit hawar daun kentang adalah penyakit yang disebabkan karena cendawan bernama *Phytophthora infestans*. Adapun gejala awal suatu tumbuhan terserang penyakit ini adalah terdapat bercak yang dapat ditemukan dibagian tepi dan ujung pada daun, lama kelamaan bercak tersebut akan membesar dan menjadi berwarna kecoklatan dan mematikan seluruh daun apabila suhu tidak terlalu rendah dan kelembaban cukup tinggi. Dalam cuaca yang kering jumlah bercak terbatas, segera mengering dan tidak terbatas. Gejala terlihat setelah berumur 1 bulan atau ada yang 3 minggu sudah terlihat. Dalam cuaca lembab pada sisi bagian bawah daun yang sakit terdapat lapisan tipis kelabu.

• Pengendalian

- Lakukanlah rotasi tanaman yang bertujuan untuk memotong cadangan makanan bagi virus tersebut.

- Lakukan pembeoan lahan yang bertujuan untuk mengosongkan lahan agar penyakit tersebut tidak penyebar.
- Lakukan pemotongan dan pembakaran pada bagian yang terinfeksi.
- Lakukan pemangkasan pada daun yang terinfeksi dengan cara kimia.

3. Penyakit Mosaik Tembakau



Gambar 14. Penyakit Mozaik

Penyakit mosaik adalah penyakit yang biasanya menyerang tumbuhan tembakau. Penyakit ini disebabkan oleh virus yang bernama *Tobacco Mosaic Virus* atau sering disingkat sebagai TMV. Dalam penelitiannya, virus ini mempunyai titik inaktivasi panas pada suhu 94 derajat Celcius, dengan perbandingan titik pengeceran terakhir 1 : 1.000.000 yang menyebabkan virus ini dapat bertahan lama bahkan hingga puluhan tahun. Adapun gejala tanaman yang terserang penyakit ini adalah pada tulang daunnya lebih jernih dari biasanya. Sering bentuknya melengkung. Kalau umur daun bertambah, pada daun yang masih muda itu terdapat bercak-bercak kuning. Kelak pada daun ini terjadi bercak-bercak klorotik yang tidak teratur, sehingga daun mempunyai gambaran mosaik (belang). Tumbuhan yang terinfeksi waktu masih muda sangat terhambat pertumbuhannya dan menjadi sangat kerdil. (Semangun, 2006: 629).

4. Penyakit Bulai Jagung

Jagung adalah tanaman pangan kedua setelah padi. Di dunia ini jagung adalah tanaman makanan ketiga setelah gandum dan padi. Penyakit bulai atau embun berbulu (downy mildew) pada jagung sejak lama dirasa menimbulkan kerugian

cukup besar. Penyakit ini mempunyai nama setempat yang berbeda-beda, misalnya di Jawa Tengah dikenal dengan nama “omo putih”, “omo londo”. Di Jawa Barat dikenal dengan “hama liyer”.

Gejala penyakit. Penyakit bulai dapat menimbulkan gejala sistemik yang meluas ke seluruh badan tanaman dan dapat menimbulkan gejala loka setempat. Ini tergantung dari meluasnya jamur penyebab penyakit didalam tubuh tanaman yang terinfeksi. Gejala sistemik hanya terjadi bila jamur dari daun yang terinfeksi dapat mencapai titik tumbuh sehingga dapat menginfeksi semua daun yang dibentuk dititik tumbuh itu. Pada tanaman yang masih muda daun-daun yang baru saja membuka mempunyai bercak klorotis kecil-kecil. Bercak ini berkembang menjadi jalur yang sejajar tulang induk. Disini jamur penyebab penyakit berkembang menuju ke pangkal daun. Pada umumnya daun di atas daun yang berbecak itu tidak bergejala. Tanaman yang terinfeksi pada waktu masih sangat muda biasanya tidak membentuk buah. Bila infeksi pada tanaman yang lebih tua, tanaman dapat terus tumbuh dan membentuk buah (Semangun, 2006: 415).

HAMA

Hama pada tumbuhan adalah makhluk hidup yang terdiri atas hewan yang biasanya menyerang atau mengganggu tumbuhan yang menyebabkan tumbuhan tersebut tidak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Adapun macam-macam hama adalah sebagai berikut:

1. Tikus

Gejala serangan :

- a. Tikus menyerang berbagai tumbuhan.
- b. Menyerang di pesemaian, masa vegetatif, masa generatif, masa panen, tempat penyimpanan.
- c. Bagian tumbuhan yang disarang tidak hanya biji – bijian tetapi juga batang tumbuhan muda.
- d. Tikus membuat lubang – lubang pada pematang sawah dan sering berlindung di semak – semak.

Pengendaliannya :

- a. Membongkar dan menutup lubang tempat bersembunyi para tikus dan menangkap tikusnya.
- b. Menggunakan musuh alami tikus, yaitu ular.
- c. Menanam tanaman secara bersamaan agar dapat menuai dalam waktu yang bersamaan pula sehingga tidak ada kesempatan bagi tikus untuk mendapatkan makanan setelah tanaman dipanen.
- d. Menggunakan *rodentisida* (pembasmi tikus) atau dengan memasang umpan beracun, yaitu irisan ubi jalar atau singkong yang telah direndam sebelumnya dengan fosforus. Peracunan ini sebaiknya dilakukna sebelum tanaman padi berbunga dan berbiji. Selain itu penggunaan racun harus hati – hati karena juga berbahaya bagi hewan ternak dan manusia.

2. Wereng

Gejala serangan :

- a. Menyebabkan daun dan batang tumbuhan berlubang – lubang.
- b. Daun dan batang kemudian kering, dan pada akhirnya mati.

Pengendaliannya :

- a. Pengaturan pola tanam, yaitu dengan melakukan penanaman secara serentak maupun dengan pergiliran tanaman. Pergiliran tanaman dilakukan untuk memutus siklus hidup wereng dengan cara menanam tanaman palawija atau tanah dibiarkan selama 1 – 2 bulan.
- b. Pengendalian hayati, yaitu dengan menggunakan musuh alami wereng, misalnya laba – laba predator, kepik dan kumbang
- c. Pengendalian kimia, yaitu dengan menggunakan insektisida, dilakukan apabila cara lain tidak mungkin untuk dilakukan. Penggunaan insektisida diusahakan sedemikian rupa sehingga efektif, efisien, dan aman bagi lingkungan.

3. Walang Sangit

Gejala serangan :

- a. Menghisap butir – butir padi yang masih cair.
- b. Biji yang sudah diisap akan menjadi hampa, agak hampa, atau liat.
- c. Kulit biji iu akan berwarna kehitam – hitaman.

- d. Walang sangit muda (nimfa) lebih aktif dibandingkan dewasanya (imago), tetapi hewan dewasa dapat merusak lebih hebat karena hidupnya lebih lama.
- e. Walang sangit dewasa juga dapat memakan biji – biji yang sudah mengeras, yaitu dengan mengeluarkan enzim yang dapat mencerna karbohidrat.
- f. Faktor – faktor yang mendukung yang mendukung populasi walang sangit antara lain sebagai berikut.
 - Sawah sangat dekat dengan perhutanan.
 - Populasi gulma di sekitar sawah cukup tinggi.
 - Penanaman tidak serentak

Pengendaliannya :

- a. Menanam tanaman secara serentak.
- b. Membersihkan sawah dari segala macam rumput yang tumbuh di sekitar sawah agar tidak menjadi tempat berkembang biak bagi walang sangit.
- c. Menangkap walang sangit pada pagi hari dengan menggunakan jala penangkap.
- d. Penangkapan menggunakan umpan bangkai kodok, ketam sawah, atau dengan alga.
- e. Melakukan pengendalian hayati dengan cara melepaskan predator alami berupa laba – laba dan menanam jamur yang dapat menginfeksi walang sangit.
- f. Melakukan pengendalian kimia, yaitu dengan menggunakan insektisida.

4. Ulat

Gejala serangan :

- a. Aktif memakan dedaunan bahkan pangkal batang, terutama pada malam hari.
- b. Daun yang dimakan oleh ulat hanya tersisa rangka atau tulang daunnya saja.

Pengendaliannya :

- a. Membuang telur – telur kupu – kupu yang melekat pada bagian bawah daun.
- b. Menggenangi tempat persemaian dengan air dalam jumlah banyak sehingga ulat akan bergerak ke atas sehingga mudah untuk dikumpulkan dan dibasmi.
- c. Apabila kedua cara diatas tidak berhasil, maka dapat dilakukan penyemprotan dengan menggunakan pertisida.

5. Tungau

Gejala serangan :

- a. Tungau (kutu kecil) bisaanya terdapat di sebuah bawah daun untuk mengisap daun tersebut.
- b. Pada daun yang terserang kutu akan timbul bercak – bercak kecil kemudian daun akan menjadi kuning lalu gugur.

Pengendaliannya :

Hama ini dapat diatasi dengan cara mengumpulkan daun – daun yang terserang hama pada suatu tempat dan dibakar.

6. Pengorok daun atau hama putih dan hama putih palsu

Gejala serangan :

- a. Pengorok daun atau hama putih menyerang daun padi sejak dipesemaian hingga dilapang.
- b. Daun padi yang telah dikorok menjadi putih, tinggal kerangka daunnya saja.
- c. Larva bersifat semi aquatik, memanfaatkan air sebagai sumber oksigen.
- d. Larva membuat gulungan/kantung dari daun padi kemudian menjatuhkan diri ke air. Larva berwarna hijau, perkembangan sampai menjadi pupa 14 – 20 hari. Stadia pupa 4 – 7 hari.

Pengendaliannya :

- a. Meniadakan genangan air pada pesemaian sehingga larva tidak dapat memanfaatkan air sebagai sumber oksigen.
- b. Lalat dan semut merupakan musuh alami.

SOAL

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Jelaskan pembentukan yang terjadi jika kambium ke arah luar dan dalam akan membentuk apa?
2. Bagaimana molekul-molekul reaktan pada fotosintesis mencapai kloroplas pada daun?
3. Sebutkan faktor apa saja yang mempengaruhi gerak pada tumbuhan!
4. Bagaimana langkah yang dilakukan petani apabila salah satu gejala penyakit pada tumbuhan muncul?

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A., Reece, J.B. 2010. *Biology*. Jakarta: Erlangga.
- Kimball, John W. 2002. *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.
- Tjitrosoepomo, Gembong. *Taksonomi Umum*. 2016. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Semangun, haryono. 2006. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

BAB II

SISTEM DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Kompetensi yang akan dicapai

- A. Mendeskripsikan sistem ekskresi pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan
- B. Mendeskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia
- C. Mendeskripsikan sistem koordinasi dan alat indera pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan

A. Mendeskripsikan Sistem Ekskresi Pada Manusia Dan Hubungannya Dengan Kesehatan

1. Pengertian Sistem Ekskresi Pada Manusia

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme baik berupa zat cair dan zat gas. Zat-zat sisa itu berupa urine(ginjal), keringat(kulit), empedu(hati), dan CO₂(paru-paru). Zat-zat ini harus dikeluarkan dari tubuh karena jika tidak dikeluarkan akan mengganggu bahkan meracuni tubuh. Selain ekskresi, ada juga defekasi, ekskresi, sekresi dan eliminasi . Defekasi: proses pengeluaran sisa pencernaan makanan yang disebut feces. Zat yang dikeluarkan belum pernah mengalami metabolisme di dalam jaringan. Zat yang dikeluarkan meliputi zat yang tidak diserap usus sel epitel, usus yang rusak dan mikroba usus. Ekskresi: pengeluaran zat sampah sisa metabolisme yang tidak berguna lagi bagi tubuh. Sekresi : yaitu pengeluaran getah oleh kelenjar pencernaan ke dalam saluran pencernaan. Getah yang dikeluarkan masih berguna bagi tubuh dan umumnya mengandung enzim. Eliminasi : yaitu proses pengeluaran zat dari rongga tubuh, baik dari rongga yang kecil (saluran air mata) maupun dari rongga yang besar(usus)

Fungsi sistem ekskresi antara lain:

- a) Membuang limbah yang tidak berguna dan beracun dari dalam tubuh
- b) Mengatur konsentrasi dan volume cairan tubuh (osmoregulasi)
- c) Mempertahankan temperatur tubuh dalam kisaran normal (termoregulasi)

d) Homeostasis

2. Organ-organ dan fungsinya pada sistem Ekskresi

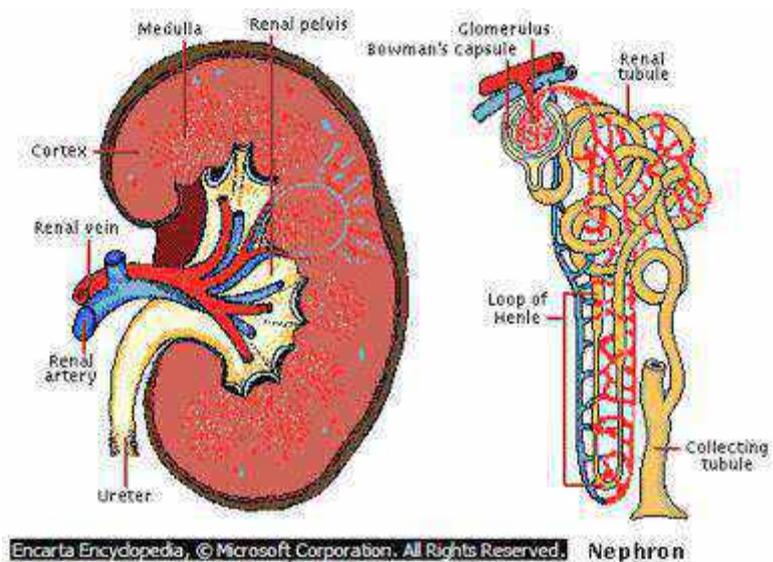
a. Ginjal

Ginjal merupakan organ ekskresi yang utama, berjumlah sepasang, dan terdapat dalam rongga perut di dekat tulang-tulang pinggang. Berbentuk seperti kacang ercis dengan panjangnya lebih kurang 10 cm dan disuplai oleh darah melalui arteri renal dan di alirkan melalui vena renal (Campbell, 126: 2010). Fungsi ginjal yang utama adalah menyaring darah sehingga menghasilkan urine. Di dalam urine terdapat zat sisa/zat berlebih yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh, misalnya:

- a) protein-protein asing yang masuk ke dalam tubuh.
- b) zat-zat hasil katabolisme seperti urea, asam urat
- c) bermacam-macam garam
- d) gula darah yang melebihi batas normal

Selain itu ginjal juga berfungsi sebagai **organ homeostasis**, yaitu organ yang berfungsi menjaga keseimbangan berlangsungnya proses fisiologi dalam tubuh, misalkan dengan cara mempertahankan *tekanan osmosis cairan ekstraselular* dan mempertahankan keseimbangan asam dan basa.

a. Struktur Ginjal



1) Korteks

Bagian bagian ginjal manusia yang paling utama adalah korteks. Tempat inilah yang menjadi muara asalnya urin berasal. Di dalam korteks terdapat jutaan nefron nefron yang di dalamnya terletak badan Malpighi. Setiap badan Malpighi tersusun atas glomerulus, kapsula bowman, serta beberapa tubulus tubulus pendukung untuk proses pemfilteran. Darah manusia akan mulai di filter pada bagian ini.

Nefron yang terletak di dalam nefron tersebut memiliki struktur dan kegunaan sendiri. bagian inilah yang menjadi unit terkecil ginjal, di mana memiliki fungsional sendiri. berikut adalah bagian bagian di dalam nefron :

2) Nefron

Inilah tempat darah yang ada di dalam tubuh di saring. Di dalam setiap nefron terdapat bagian bagian penting seperti glomerulus, kapsula bowman, tubulus kontortus proximal, tubulus kontortus distal, tubulus kolektivus serta lengkung henle.

3) Glomerulus

Pada bagian glomerulus ini darah yang masuk akan di saring zat zat yang masih berguna. Seperti air, garam, asam amino, glukosa (zat gula), serta urea. Hasil penyaringan dari bagian ini adalah urin primer.

4) Kapsul bowman

Di namakan sebagai kapsul bowman karena bentuk organ ini mirip seperti kapsul atau kantung yang mana di temukan oleh peneliti Sir William Bowman. Kapsul bowman ini membungkus glomerulus.

5) Tubulus kontortus proximal

Di tempat inilah yang menghasilkan urin sekunder. Di dalam tubulus kontortus proximal, darah yang berasal dari glomerulus melakukan penyerapan kembali. Sebab darah yang sudah menjadi urin primer ini masih mengandung zat zat yang berguna. Pada proses

ini di kenal dengan nama reabsorpsi atau penyerapan kembali. Tubulus kontortus proximal masih menerima glukosa, asam amino, air serta garam yang penting untuk tubuh.

6) Lengkung henle

Di namakan dengan lengkung henle karena anatomi organ ini memang melengkung. Struktur seperti ini memang di perlukan dalam menyaring dan sebagai penghubung antara tubulus kontortus proximal dengan tubulus kontortus distal.

7) Tubulus kontortus distal

Pada bagian ini, urin yang masih dalam tahap urin sekunder melepas zat zat yang masih berguna. Lalu mendapat tambahan zat zat sisa atau pembuangan yang tidak berguna. Di sinilah terbentuknya urin yang sesungguhnya, dimana nantinya di keluarkan ke luar tubuh manusia.

8) Tubulus kolektivus

Bagian ini menjadi bagian terakhir di bagian nefron. Bentuknya yang mirip selang menjadi saluran terakhir dan terpanjang dalam ginjal. Fungsinya untuk menampung urin sesungguhnya hasil pengolahan dan penyerapan di dalam nefron. Kemudian setelah dari sini, urin urin tersebut di lanjutkan ke pelvis. Lalu akan di tampung sebelum benar benar di keluarkan di kandung kemih.

9) Medulla

Medulla ini merupakan jaringan yang berbentuk seperti piramida piramida dimana terletak lengkung henle. Medulla adalah tempat berkumpulnya pembuluh darah kapiler dan juga kapsul bowman. Di tempat ini urin primer akan mengalami proses panjang sebelum menjadi urin sekunder. Kemudian setelah melalui proses penyerapan yang panjang, urin tadi akan di olah menjadi urin yang sesungguhnya. Kemudian di keluarkan sebagai air kencing. Medulla ini menjadi tempat yang menghubungkan antara tubulus kontortus proximal dengan tubulus kontortus distal.

10) Arteri ginjal

Merupakan pembuluh nadi yang berguna untuk membawa darah ke dalam ginjal. Setelah sampai di dalam ginjal, maka darah tersebut masuk ke dalam glomerulus untuk di filter atau saring. Darah yang masih terdapat zat-zat berguna seperti protein dan asam amino akan kembali di serap dan di gunakan tubuh. Jika darah tersebut hanya mengandung urea dan zat tidak berguna lainnya, akan berlanjut sampai kandung kemih.

11) Vena ginjal

Vena ginjal merupakan bagian utama dari ginjal. Vena ginjal adalah pembuluh balik yang berguna untuk membawa darah keluar dari dalam ginjal menuju vena cava inferior. Urutan pemrosesan vena ginjal adalah setelah melewati Darah tersebut kemudian akan di alirkan kembali ke dalam jantung untuk di olah menjadi darah bersih atau yang mengandung oksigen.

12) Ureter

Ureter merupakan erupakan yang sangat berguna untuk mengalirkan urin yang sesungguhnya dari ginjal ke kandung kemih. Ureter berbentuk seperti saluran maskuler yang silinder di dalam tubuh. Panjang ureter adalah sekitar 20-30 dengan diameter maksimum sekitar 1,7 cm di dekat kandung kemih dan yang berjalan dari hilus ginjal yang menuju kandung kemih. Ureter terbagi menjadi pars abdominalis, pelvis dan intravesikalis. Dan ureter memiliki dinding ureter yang terdiri dari mukosa yang dilapisi oleh sel-sel transisional.

13) Pelvis

Pelvis ini berguna sebagai sebagai tempat penampungan sementara urin yang sudah di filter atau di saring di dalam ginjal. Nantinya jika tempat penampungan ini penuh, urin akan turun melalui ureter menuju kandung kemih. Jika kandung kemihnya penuh, maka syaraf dan otot akan berkontraksi untuk

mengirimkan sinyal sinyal kuat ke bagian bagian otak manusia bahwa diri ingin segera 'pipis'.

b. Fungsi Ginjal

Fungsi dari ginjal adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk menyaring darah
- 2) Osmoregulasi, yaitu pembuangan kelebihan air agar keseimbangan konsentrasi darah terjaga
- 3) Memelihara keseimbangan konsentrasi garam-garam tertentu.
- 4) Mengekskresikan gula darah yang melebihi kadar normal
- 5) Mempertahankan keseimbangan asam dan basa darah
- 6) Reabsorpsi (penyerapan kembali) elektrolit tertentu yang dilakukan oleh bagian tubulus ginjal
- 7) Menghasilkan zat hormon yang berperan membentuk dan mematangkan sel-sel darah merah (SDM) di sumsum tulang.

c. Kerja Ginjal

1) Penyaringan (filtrasi)

Filtrasi terjadi saat tekanan darah mendorong cairan dari darah di dalam glomerulus ke dalam lumen kapsula Bowman. Pada glomerulus terdapat sel-sel endotelium kapiler yang berpori (podosit) sehingga mempermudah proses penyaringan. Beberapa faktor yang mempermudah proses penyaringan adalah tekanan hidrolik dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus. Selain penyaringan, di glomerulus terjadi pula pengikatan kembali sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma. Bahan-bahan kecil terlarut dalam plasma, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, garam lain, dan urea melewati saringan dan menjadi bagian dari endapan.

Hasil penyaringan di glomerulus berupa filtrat glomerulus (urin primer) yang komposisinya serupa dengan

darah tetapi tidak mengandung protein. Pada filtrat glomerulus masih dapat ditemukan asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya.

2) Penyerapan kembali (Reabsorpsi)

Volume urin manusia hanya 1% dari filtrat glomerulus. Oleh karena itu, 99% filtrat glomerulus akan direabsorpsi secara aktif pada tubulus kontortus proksimal dan terjadi penambahan zat-zat sisa serta urea pada tubulus kontortus distal.

Substansi yang masih berguna seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah. Sisa sampah kelebihan garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan dalam urin. Tiap hari tabung ginjal mereabsorpsi lebih dari 178 liter air, 1200 g garam, dan 150 g glukosa. Sebagian besar dari zat-zat ini direabsorpsi beberapa kali.

Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urin sekunder yang komposisinya sangat berbeda dengan urin primer. Pada urin sekunder, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya ureum dari 0,03% dalam urin primer dapat mencapai 2% dalam urin sekunder. Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara. Gula dan asam amino meresap melalui peristiwa difusi, sedangkan air melalui peristiwa osmosis. Reabsorpsi air terjadi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.

3) Augmentasi

Augmentasi adalah proses penambahan zat sisa dan urea yang mulai terjadi di tubulus kontortus distal. Komposisi urin yang dikeluarkan lewat ureter adalah 96% air, 1,5% garam, 2,5% urea, dan sisa substansi lain, misalnya pigmen empedu yang berfungsi memberi warna dan bau pada urin.

d. Gangguan pada Ginjal

1) Batu Ginjal

Batu ginjal adalah penyakit yang ditandai dengan adanya endapan garam kalium dan asam urat di dalam ginjal yang kemudian membentuk kalsium karbonat sehingga menghambat aliran urine dan dapat menimbulkan rasa nyeri. Gejala yang sering terjadi adalah rasa sakit saat buang air kecil dan urine sulit keluar dari tubuh. Cara mencegah terbentuknya batu ginjal adalah tidak menahan kencing terlalu lama dan perbanyak minum air. Cara mengobati batu ginjal adalah dengan menghancurkannya dengan sinar laser.

2) Uremia

Uremia adalah penyakit tertimbunnya urea di dalam darah sehingga mengakibatkan keracunan. Penyakit ini merupakan akibat dari gagal ginjal yang membuat urea tidak bisa dikeluarkan oleh tubuh dan menumpuk di dalam darah. Penyebab uremia yang lain adalah terlalu banyak mengonsumsi protein, obat-obatan seperti kortikosteroid, tekanan darah rendah, dan gangguan pada aliran kemih. Gejala uremia antara lain mual, muntah, anemia, kelelahan, asidosis, anoreksia, koagulopati, penurunan berat badan, kelainan endokrin, kram otot, kelainan jantung, dan perubahan mental. Cara menyembuhkan uremia adalah dengan melakukan dialisis untuk mengurangi kadar urea.

3) Pyelonephritis

Pyelonephritis adalah penyakit peradangan pada jaringan ginjal dan pelvis. Pyelonephritis disebabkan oleh bakteri dan dapat menjadi akut serta kronis. Penyakit ini dapat menyebar ke bagian utama ginjal dan menyebabkan gagal ginjal. Gejala pyelonephritis antara lain demam, jantung berdetak lebih kencang, dan sakit saat buang air

kecil. Cara mengobati pyelonephritis dapat dilakukan dengan pemberian antibiotik sesuai aturan.

4) Gagal Ginjal

Gagal ginjal adalah kelainan dimana ginjal tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya sebagai alat penyaring darah. Gagal ginjal sangat berbahaya dan bahkan dapat menyebabkan kematian karena ginjal tidak dapat mengeluarkan zat-zat yang harus dibuang dari tubuh. Sehingga zat-zat tersebut menumpuk di dalam darah dan dapat meracuni tubuh. Penyebab gagal ginjal adalah rusaknya nefron di dalam ginjal yang disebabkan oleh kadar obat-obatan, logam berat, dan larutan organik yang berlebihan. Diabetes juga dapat menyebabkan gagal ginjal. Kelainan ini tidak dapat disembuhkan, tetapi penderita gagal ginjal dapat melakukan cuci darah secara teratur untuk mengurangi kadar racun di dalam darah. Penderita juga dapat melakukan operasi cangkok ginjal untuk menggantikan ginjal yang telah rusak.

5) Nefritis

Nefritis adalah penyakit yang ditandai dengan adanya kerusakan glomerulus ginjal akibat reaksi alergi terhadap racun yang dikeluarkan bakteri *Streptococcus*. Ketika glomerulus rusak, glomerulus tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Sehingga molekul besar seperti protein dapat masuk ke dalam urin atau glomerulus sama sekali tidak dapat meloloskan sesuatu sehingga dapat menyebabkan pembengkakan pada kaki akibat penimbunan urea. Penyakit ini dapat diatasi dengan melakukan cangkok ginjal dan cuci darah sampai mendapatkan donor ginjal.

6) Sindrom Nefrotik

Sindrom nefrotik adalah gangguan yang ditandai dengan keluarnya protein dalam jumlah besar melalui urine.

Hal ini menyebabkan penderita kekurangan protein di dalam darah sehingga dapat menimbulkan penyakit lain seperti malnutrisi, penggumpalan darah, kolesterol tinggi, tekanan darah tinggi, dan bahkan gagal ginjal. Gejala sindrom nefrotik adalah pembengkakan di sekitar mata, pergelangan kaki, dan kaki serta urine menjadi berbusa. Penyebab sindrom nefrotik kebanyakan diakibatkan oleh penyakit lain seperti cacat *genetika*, diabetes, hepatitis B, kanker, dan gagal jantung. Namun ada juga yang disebabkan oleh beberapa jenis obat seperti obat anti-inflamasi. Cara mengobati sindrom nefrotik adalah dengan menyembuhkan penyakit yang menyebabkan timbulnya penyakit ini.

7) Glomerulonephritis

Glomerulonephritis adalah penyakit yang ditandai dengan adanya darah dan protein dalam urine diakibatkan oleh adanya kerusakan pada glomerulus yang disebabkan oleh bakteri streptococcal. Bakteri ini menyerang saat daya tahan tubuh menurun. Bakteri ini menyerang glomerulus sehingga terjadi peradangan. Gejala glomerulonephritis adalah terdapat darah pada urin, pembengkakan pada jaringan tubuh, dan terdapat protein pada urin. Glomerulonephritis dapat sembuh dengan sendirinya walaupun tanpa pengobatan.

8) Anuria

Anuria adalah penyakit yang ditandai dengan gagalnya ginjal dalam memproduksi urine. Penyebab anuria adalah kurangnya tekanan untuk melakukan filtrasi darah atau terdapat peradangan di glomerulus. Batu ginjal atau tumor juga dapat menyebabkan anuria. Kurangnya tekanan menyebabkan darah tidak dapat masuk ke glomerulus sehingga proses filtrasi (penyaringan darah) tidak terjadi. Ciri-ciri anuria adalah produksi urin kurang dari 100 mililiter

per hari. Cara menangani anuria bergantung dengan penyebabnya. Pengobatan menjadi lebih mudah jika anuria disebabkan oleh kurangnya tekanan yakni dengan memasukkan alat bantu saluran urine menuju kandung kemih.

9) Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah penyakit yang ditandai oleh adanya glukosa di dalam urine. Penyakit ini juga disebut penyakit gula atau glukosuria. Penyebab diabetes melitus adalah kekurangan hormon insulin sehingga nefron tidak mampu melakukan absorpsi glukosa dan terbuang bersama urine. Diabetes melitus tidak dapat disembuhkan, namun dapat dikendalikan dengan mengurangi makan makanan berkarbohidrat, rajin olahraga, dan meminum obat tertentu yang sesuai resep dokter.

10) Albuminuria

Albuminuria adalah penyakit yang ditandai dengan adanya protein albumin di dalam urine. Penyebab albuminuria adalah terjadi kerusakan pada glomerulus sehingga partikel besar seperti albumin bisa lolos. Kerusakan tersebut bisa terjadi karena terdapat luka di glomerulus, iritasi akibat logam berat, dan bakteri. Cara mencegah albuminuria adalah dengan mengkonsumsi makanan dengan jumlah zat gizi seimbang dan minum air 8 gelas setiap hari. Cara mengobati albuminuria adalah dengan melakukan cangkok ginjal.

11) Hematuria

Hematuria adalah penyakit yang ditandai dengan adanya sel darah merah pada urine. Penyebab hematuria adalah terdapat peradangan pada organ ginjal yang timbul akibat terjadi gesekan dengan batu ginjal. Hematuria juga dapat disebabkan oleh adanya kelainan pada glomerulus atau

terdapat tumor pada saluran kemih. Ciri-ciri hematuria adalah saat buang air kecil muncul darah pada urine. Cara mengobati hematuria adalah dengan menyembuhkan penyakit yang menyebabkannya.

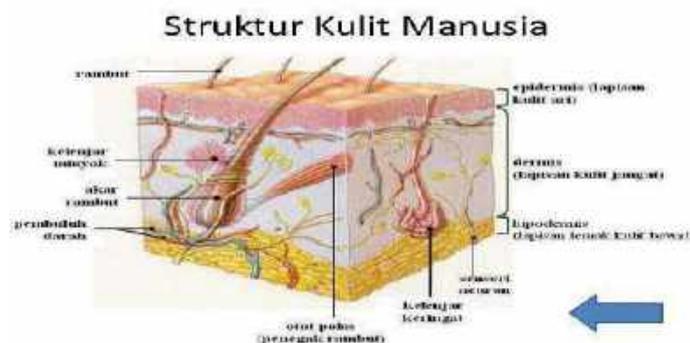
12) Polisistik

Polisistik adalah penyakit yang ditandai dengan kerusakan saluran ginjal yang menyebabkan munculnya kista (pertumbuhan sel abnormal berbentuk seperti benjolan) di sepanjang saluran ginjal sehingga nefron menjadi rusak. Penyakit ini dapat berkembang menjadi gagal ginjal pada usia empat puluh tahun ke atas. Polisistik umumnya disebabkan oleh faktor keturunan. Cara mengatasi polisistik adalah dengan diet, obat, atau infus.

b. Kulit

Kulit merupakan bagian terluar tubuh. Jadi, kulit berfungsi untuk melindungi tubuh dari kerusakan fisik seperti gesekan, panas, atau zat kimia. Kulit juga menjaga tubuh agar tidak banyak kehilangan air, yaitu dengan mengatur suhu tubuh. Selain itu, kulit juga selalu menerima rangsangan mekanis dari luar tubuh. Hal ini yang menyebabkan kulit selalu memperbarui sel-selnya karena setiap hari jutaan sel-sel kulit rusak. Selain hal-hal di atas, kulit mempunyai peranan penting dalam mengekskresikan zat-zat dalam bentuk keringat.

a. Struktur Kulit



1) Lapisan Epidermis (Lapisan Luar atau Kulit Ari)

Lapisan Epidermis memiliki tebal kurang lebih 0,1 mm dan terdiri atas empat lapisan jaringan epitel. Setiap Lapisan pada Epidermis memiliki ciri khas tersendiri, Lapisan Epidermis ini tidak memiliki pembuluh darah, sehingga ia mendapatkan suplai nutrisi melalui proses difusi dari lapisan dermis yang ada dibawahnya. Berikut adalah 4 Lapisan pada Epidermis :

- a) Lapisan Tanduk (*Stratum Korneum*), merupakan lapisan kulit paling luar dari tubuh, lapisan ini terus mengalami deskuamasi (pengelupasan lapisan paling luar) secara terus menerus. Berbagai sel penyusun jaringan ini akan dihidrolisis menjadi kreatin (zat tanduk) yang tahan air, oleh karena itu disebut tersusun oleh sel – sel mati. Lapisan ini tidak dilapisi pembuluh darah, sehingga apabila mengelupas tidak akan menimbulkan rasa sakit dan tidak mengeluarkan darah. Lapisan ini berfungsi mencegah masuknya bakteri dan mengurangi menguapnya cairan.
- b) Lapisan Malphigi (*Stratum Granulosum*), merupakan lapisan kulit yang disusun oleh sel – sel hidup yang mendapatkan nutrisi dari pembuluh kapiler pada lapisan dermis. Lapisan malphigi merupakan lapisan yang berperan dalam memberikan warna pada kulit manusia. Zat utama dalam pewarnaan kulit ini disebut dengan Melanin. Tentunya sahabat sudah tahu bahwa warna kulit bisa berbeda beda, bisa hitam, putih, sao matang, dll. Apabila tertumpuknya melanin pada suatu tempat maka akan terbentuk bintik berwarna hitam dan tahi lalat.
- c) Lapisan Spinosum (*Stratus Spinosum*), merupakan lapisan kulit yang disusun oleh berbagai sel yang tidak beraturan bentuknya. Sel – sel pada lapisan ini memiliki

kemampuan untuk membelah diri. Lapisan ini berfungsi untuk menjaga kekuatan dan kelenturan kulit.

- d) Lapisan Basal (*Stratum Germinativum*), merupakan lapisan kulit yang secara kontinu terus membelah diri untuk memperbarui bagian Epidermis yang rusak. Lapisan Ini merupakan lapisan paling bawah dari bagian epidermis. Lapisan Basal Selalu membentuk kulit yang baru sehingga kulit terjaga secara periodik.

2) Lapisan Dermis (Kulit Jangat)

Lapisan Dermis (Kulit Jangat) adalah lapisan kulit yang terdiri atas pembuluh darah, kelenjar minyak, kantung rambut, ujung – ujung saraf indra, dan kelenjar keringat. Pembuluh darah pada lapisan ini sangat luas sehingga mampu menampung sekitar 5 % dari jumlah darah di seluruh tubuh. Berikut adalah penjelasan untuk penyusun Kulit Dermis :

- a) Pembuluh Darah, Merupakan pembuluh darah kapiler yang berfungsi sebagai pemberi nutrisi dan juga oksigen kepada sel – sel kulit serta rambut agar tidak mati dan rusak. Pembuluh darah juga berfungsi dalam menjaga panas tubuh karena adanya oksigen di dalam pembuluh darah.
- b) Ujung Saraf Indra, terdiri dari ujung saraf peraba dan ujung saraf perasa. Bagian ujung saraf perasa ini dapat merasakan rangsangan berupa sentuhan, tekanan, nyeri, dingin, dan panas. Sedangkan ujung saraf peraba dapat merasakan kasar atau halusny sesuatu. Ujung saraf ini tidak tersebar merata ke seluruh permukaan lapisan dermis, contohnya ujung – ujung jari lebih banyak memiliki ujung – ujung saraf peraba.
- c) Kelenjar Keringat, merupakan kelenjar yang berfungsi untuk sistem eksresi keringat yang terdiri atas air dan

mineral lain. Seperti yang telah saya jelaskan sebelumnya, keringat dihasilkan kemudian dibawa ke permukaan untuk dikeluarkan melalui pori – pori (rongga kulit). Keringat merupakan zat – zat sisa metabolisme terutama garam dapur.

- d) Katung Rambut, merupakan bagian rambut yang berisi akar dan batang rambut. Rambut dapat tumbuh karena mendapat suplai nutrisi dari pembuluh kapiler ke akar rambut. Di dekat akar rambut terdapat otot – otot yang dapat menegangkan rambut ketika ia berkontraksi, dan dekat akar rambut terdapat ujung – ujung saraf perasa, sehingga saat rambut dicabut kita dapat merasakannya.
- e) Kelenjar Minyak, merupakan kelenjar yang terletak disekitar batang rambut. Kelenjar minyak berfungsi untuk menghasilkan minyak yang menjaga rambut tetap sehat dan agar rambut tidak kering.

3) Hipodermis (Jaringan ikat Bawah Kulit)

Hipodermis (Jaringan ikat Bawah Kulit) merupakan jaringan ikat yang terletak di bawah lapisan dermis, namun batas pemisah antara bagian Hipodermis dengan bagian dermis ini tidak jelas. Lapisan ini merupakan tempat penyimpanan lemak dalam tubuh, sehingga sering juga dikenal dengan Lapisan Lemak Bawah Tubuh. Lemak tersebut berfungsi untuk melindungi dari benturan benda keras, sebagai penjaga suhu tubuh karena lemak dapat menyimpan panas, dan sebagai sumber energi cadangan.

b. Fungsi Kulit

1) Organ pengantar panas

Suhu tubuh seseorang adalah tetap, walaupun terjadi perubahan suhu lingkungan. Hal itu dipertahankan karena penyesuaian antara panas yang hilang dan panas yang

dihasilkan, yang diatur oleh pusat pengatur panas. Pusat ini segera menyadari bila ada perubahan pada panas tubuh, karena suhu darah yang mengalir melalui sumsum lanjutan atau medula oblongata. Suhu normal (sebelah dalam) tubuh, yaitu suhu visera dan otak ialah 36^0 - 37^0 C. Suhu kulit sedikit lebih rendah.

2) Pelindung jaringan

Melindungi jaringan-jaringan sel yang terletak dibawahnya terdapat pengaruh-pengaruh luar.

- a) Melindungi jaringan-jaringan sel terhadap pukulan.
- b) Mencegah penguapan air karena pengaruh suhu luar
- c) Mencegah masuknya kuman-kuman penyakit.

3) Tempat penyimpanan

Kulit dan jaringan dibawahnya bekerja sebagai tempat penyimpanan air dan tempat penyimpanan lemak yang utama pada tubuh.

4) Indera peraba

Rasa sentuhan yang disebabkan oleh ransangan pada ujung saraf didalam kulit berbeda menurut ujung saraf yang dirangsang. Perasaan panas, dingin, sakit, semua ini perasaan yang berlainan. Didalam kulit terdapat tempat –tempat tertentu, yaitu tempat perabaan; beberapa sensitif (peka) terhadap dingin, terhadap panas, dan lain-lain.

5) Alat pengeluaran

Kulit mengeluarkan zat-zat sampah yang terdapat dalam keringat. Keringat adalah pengeluaran aktif dan kelenjar keringat dibawah pengendalian saraf simpatis. Keringat terutama berisi larutan garam dengan konsentrasi kira-kira $1/3$ dari yang ada di dalam plasma.

6) Pembentuk vitamin

Tempat pembentuk vitamin D dengan bantuan sinar matahari. Kulit atau integumen adalah organ utama yang berurusan

dengan pelepasan panas dari tubuh. Banyak panas juga hilang melalui paru-paru, dan sebagian kecil melalui tinja (feses) dan air kemih (urine).

c. Kerja Kulit pada Sistem Ekresi

Proses pengeluaran *keringat* diatur oleh hipotalamus (pada otak). Hipotalamus dapat menghasilkan enzim *brandikinin* yang bekerja mempengaruhi kegiatan kelenjar keringat. Perubahan suhu akan merangsang pusat pengatur suhu (hipotalamus). Rangsangan tersebut akan diteruskan oleh saraf simpatetik ke kelenjar keringat selanjutnya, kelenjar keringat akan menyerap air garam dan sedikit urea, dari kapiler darah dan kemudian mengirimnya ke permukaan kulit dalam bentuk keringat.

Beberapa faktor yang dapat memacu pengeluaran keringat antara lain : Peningkatan aktifitas tubuh, peningkatan suhu lingkungan dan goncangan emosi. Emosi akan merangsang saraf simpatis untuk memperkecil pengeluaran keringat, dengan cara mempersempit pembuluh darah, pengeluaran keringat yang berlebihan, misalnya karena terik matahari atau kegiatan tubuh yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya lapar garam. Kekurangan kadar garam darah dapat mengakibatkan kekejangan dan pingsan.

d. Gangguan pada Kulit

1) Skabies

Penyebab :

Kudis (scabies) adalah penyakit kulit yang menular, penyakit ini memiliki gejala gatal, dan rasa gatal tersebut akan lebih parah pada malam hari. Sering muncul di tempat-tempat lembab di tubuh seperti misalnya, tangan, ketiak, pantat, kunci paha dan terkap di celang jari tangan atau kaki.

2) Kurap

Penyebab :

Penyakit Kurap merupakan suatu penyakit kulit menular yang disebabkan oleh fungsi. Gejala kurap mulai dapat dikenali ketika terdapat bintil kecil yang kasar pada kulit dan dikelilingi lingkaran merah muda.

3) Panu

Penyebab :

Panu adalah salah satu penyakit kulit yang disebabkan oleh jamur. Penyakit panu ditandai dengan bercak yang terdapat pada kulit disertai rasa gatal pada saat berkeringat. Bercak-bercak ini bisa berwarna putih, coklat atau merah tergantung warna kulit sipenderita.

Panu paling banyak dijumpai pada remaja usia belasan. Meskipun begitu panu juga bisa ditemukan pada penderita berumur tua.

4) Biduran

Penyebab :

Biduran disebabkan oleh udara dingin, alergi makanan dan alergi bahan kimia. Biduran ditandai dengan timbulnya bentol-bentol yang tidak beraturan dan terasa gatal. Biduran dapat berlangsung beberapa jam dan dapat juga berlangsung berhari-hari

5) Ringworm

Penyebab : Ringworm adalah sejenis jamur yang menginfeksi kulit. Infeksi ini ditandai dengan timbulnya bercak lingkaran di kulit.

6) Psoriasis

Penyebab :

Penyebab pasti dari penyakit ini belum bisa ditentukan, tetapi hasil dari banyak penelitian penyakit ini disebabkan adanya gangguan pada sistem kekebalan tubuh. Ada dua tipe sel

darah putih yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh kita, yaitu sel limfosit T dan limfosit B. Pada psoriasis terjadi aktivasi limfosit T yang tidak normal di kulit. Ini menyebabkan kulit menjadi meradang secara berlebihan. Gejala yang ditimbulkannya adalah kulit kemerahan yang dapat terjadi di kulit kepala, sikut, punggung, dan lutut.

7) Kanker kulit

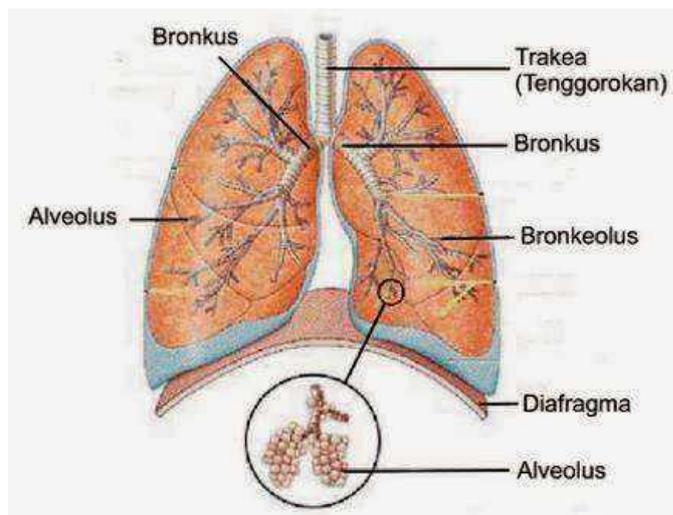
Penyebab :

Penyakit kanker kulit disebabkan oleh penerimaan sinar matahari yang berlebihan. Penyakit ini lebih sering menyerang orang yang berkulit putih atau terang, karena warna kulit tersebut lebih sensitif terhadap sinar matahari.

c. Paru-Paru

Paru-paru (pulmo) adalah merupakan organ yang bertanggung jawab untuk proses respirasi yang terdiri dari pulmo dekstra (paru kanan) dan pulmo sinistra (paru kiri). Paru-paru sangat penting bagi tubuh manusia, sebab salah satu fungsi paru-paru adalah memasukkan oksigen dan mengeluarkan karbondioksida ketika tubuh menghirup udara

a. Struktur Paru-paru



1) Bronkus

Bronkus adalah batang bercabang yang menghubungkan paru-paru kiri, paru-paru kanan, dan trakea. Bronkus tersusun atas tulang rawan, lapisan mukosa, dan otot polos. Tulang rawan berfungsi sebagai rangka bronkus, lapisan mukosa menghasilkan lendir untuk menjebak partikel asing yang akan memasuki paru-paru, dan otot polos membuat kita dapat bernapas secara otomatis tanpa disadari.

2) Bronkiolus

Bronkiolus adalah cabang dari bronkus yang bermuara ke alveolus. Struktur bronkus tidak memiliki tulang rawan, memiliki silia, dan di bagian ujung terdiri dari jaringan epitelium berbentuk kubus bersilia.

3) Alveolus

Alveolus adalah tempat melakukan pertukaran antara oksigen dan karbon dioksida secara difusi. Struktur alveolus terdiri dari selaput tipis dan terdapat banyak kapiler darah. Di alveolus darah akan melepaskan karbon dioksida ke udara dan mengambil oksigen dari udara.

4) Pleura

Pleura adalah selaput yang melapisi paru-paru. Strukturnya seperti kantong serta halus dan licin. Fungsi pleura adalah untuk mengurangi gesekan saat paru-paru mengembang atau mengempis. Pleura terdiri dari dua lapisan yaitu pleura parietal dan pleura viseral. Terdapat sedikit cairan yang mengandung glikosaminoglikan diantara kedua lapisan tersebut.

Selain bagian yang terdapat pada paru-paru, berikut adalah 2 bagian yang sering disebut sebagai bagian dari paru-paru:

5) Diafragma

Diafragma adalah otot berserat yang menjadi pembatas antara rongga dada dan rongga perut. Diafragma juga berperan penting dalam proses pernapasan perut. Diafragma tersusun atas otot, pembuluh darah, dan saraf yang disebut saraf frenikus.

6) Trakea (Tenggorokan)

Trakea adalah tabung dengan panjang sekitar 5 inci yang menghubungkan laring dengan bronkus. Trakea tersusun atas tulang rawan hialin berbentuk seperti huruf C dan dilapisi oleh epitel bersilia. Fungsi trakea adalah sebagai saluran pernapasan. Silia yang terdapat dalam sel epitel berfungsi untuk menangkap partikel asing dan membawanya ke faring sehingga dapat masuk ke sistem pencernaan.

b. Fungsi Paru-paru

- 1) Respirasi. Manusia menghirup udara karena memerlukan oksigen. Oksigen sangat dibutuhkan untuk membantu perombakan bahan makanan dalam tubuh. Jadi, paru-paru tentu saja merupakan bagian dari sistem pernapasan pada manusia.
- 2) Ekskresi. Saat manusia menghembuskan napas, manusia mengeluarkan gas karbondioksida dan uap air. Jadi, paru-paru merupakan bagian dari sistem ekskresi pada manusia.
- 3) Mengendalikan pH darah dengan cara mengubah tekanan karbon dioksida.
- 4) Menyaring gumpalan darah yang terbentuk dalam vena.
- 5) Mempengaruhi konsentrasi beberapa zat biologis dan obat-obatan yang digunakan dalam pengobatan dalam darah.
- 6) Mengubah angiotensin I menjadi angiotensin II oleh enzim angiotensin-converting.

- 7) Dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung hati dari guncangan.
- 8) Menyediakan aliran udara untuk menciptakan suara vokal.
- 9) Paru-paru berfungsi sebagai reservoir darah dalam tubuh. Volume darah paru-paru adalah rata-rata sekitar 450 mililiter, sekitar 9 persen darah total volume seluruh sistem peredaran darah. Kuantitas ini dapat dengan mudah berfluktuasi antara setengah dan dua kali volume normal. Kehilangan darah dari sirkulasi sistemik oleh perdarahan dapat sebagian dikompensasi oleh darah dari paru-paru ke dalam pembuluh sistemik

Aksi siliaris eskalator adalah sistem pertahanan yang penting terhadap infeksi ditanggung udara. Partikel debu dan bakteri di udara yang dihirup terperangkap dalam lapisan lendir hadir pada permukaan mukosa saluran pernapasan dan naik menuju faring oleh berirama ke atas pemukulan Silia.

c. Kelainan dan Gangguan pada Paru-paru

- 1) Pneumonia (radangparu-paru)
Peradangan dari gelembung udara mikroskopik paru-paru yaitu alveolus dan saluran udara
- 2) Penyakit Legionnaires
Legionnaires adalah penyakit paru-paru yang disebabkan bakteri legionella pneumophila. Bentuk infeksiya mirip dengan pneumonia.terkecil yaitu bronkiolus atau disebut pneumonia.
- 3) Efusi pleura
Cairan berlebih di dalam membran berlapis ganda yang mengelilingi paru-paru disebut efusi pleura. Dua lapis membran yang melapisi paru-paru atau pleura dilumasi oleh sedikit cairan yang memungkinkan paru-paru mengembang dan berkontraksi dengan halus dalam dinding dada. Infeksi

seperti pneumonia dan tuberkulosis, gagal jantung, dan beberapa kanker dapat menimbulkan pengumpulan cairan di antara pleura. Jumlahnya bisa mencapai tiga liter yang menekan paru-paru.

4) Tuberkulosis (TB)

Tuberkulosis atau disingkat TB merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi yang menyerang jaringan paru-paru.

5) Pneumotoraks

Pneumotoraks adalah penyakit yang terdapat di selaput paru atau yang disebut pleura.

6) Sesak Nafas (Asma)

Asma adalah penyakit radang paru-paru yang menimbulkan serangan sesak napas dan mengi yang berulang. Asma merupakan salah satu kelainan paru-paru paling banyak dan bervariasi, menyerang satu dari empat anak di beberapa daerah.

7) Silikosis

Silikosis adalah salah satu penyakit paru akibat lingkungan kerja. Penyakit ini merupakan suatu pneumokoniosis yang disebabkan oleh inhalasi partikel-partikel kristal silika bebas

8) Kankerparu-paru

Keberadaan tumor ganas di paru-paru disebut kanker paru-paru. Kanker paru-paru adalah kanker paling umum di dunia dan lebih dari satu juta kasus baru ditemukan setiap tahun.

d. Hati

Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh manusia, terletak di dalam ronggaperut sebelah kanan, dibawah diafragma.Pada orang dewasa berat hati mencapai 2 kg.Hati merupakan tempat untuk mengubah berbagai zat, termasuk racun. Seperti hati menerima kelebihan asam amino yang akan diubah menjadi urea yang bersifat racun. Hati menjadi tempat perombakan sel darah merah yang rusak menjadi empedu. Empedu yang dihasilkan akan disimpan dalam

kantong empedu (bilirubin). Bilirubin adalah produk utama dari penguraian sel darah merah yang tua. Bilirubin disaring dari darah oleh hati, dan dikeluarkan pada cairan empedu. Sebagaimana hati menjadi semakin rusak, bilirubin total akan meningkat. Sebagian dari bilirubin total termetabolisme, dan bagian ini disebut sebagai bilirubin langsung. Bila bilirubin langsung adalah rendah sementara bilirubin total tinggi, hal ini menunjukkan kerusakan pada hati atau pada saluran cairan empedu dalam hati.

Bilirubin mengandung bahan pewarna, yang memberi warna pada kotoran (feses). Bila tingkatnya sangat tinggi, kulit dan mata dapat menjadi kuning, yang mengakibatkan gejala ikterus. Albumin adalah protein yang mengalir dalam darah. Albumin dibuat oleh hati dan dikeluarkan pada darah.

Hati berwarna merah tua. Pada orang dewasa berat hati kira-kira 2 kg. Hati mempunyai 2 jenis persediaan darah, yaitu yang datang melalui arteri hepatica dan yang melalui vena porta. Terdapat 4 pembuluh darah utama yang menjelajahi seluruh hati, 2 yang masuk, yaitu arteri hepatica dan vena porta, dan 2 yang keluar, yaitu vena hepatica dan saluran empedu.

a. Pembuluh-pembuluh darah pada hati tersebut akan diuraikan sebagai berikut :

1) Arteri hepatica

Adalah arteri yang keluar dari aorta dan memberikan $\frac{1}{5}$ darahnya kepada hati. Darah ini mempunyai kejenuhan oksigen 95-100 %.

2) Vena porta

Adalah vena yang terbentuk dari lienalis dan vena mesentrica superior, mengantarkan $\frac{4}{5}$ darah ke hati. Darah ini mempunyai kejenuhan oksigen hanya 70% sebab beberapa oksigen telah diambil oleh limfa dan usus. Darah vena porta ini membawa kepada hati zat makanan yang telah diserap oleh mukosa usus halus.

3) Vena hepatica

Mengembalikan darah dari hati ke vena cava inferior. Di dalam vena hepatica tidak terdapat katup.

4) Saluran empedu

Terbentuk dari penyatuan kapiler-kapiler empedu yang mengumpulkan empedu dari sel hati.

b. Fungsi Hati

Adapun fungsi hati bagi tubuh sebagai berikut:

- 1) sebagai tempat untuk menyimpan gula dalam bentuk glikogen
- 2) menetralkan racun yang masuk ke dalam tubuh dan membunuh bibit penyakit
- 3) mengatur kadar gula dalam darah
- 4) sebagai tempat pengubahan provitamin A menjadi vitamin A
- 5) menghasilkan empedu yang berguna untuk mengemulsikan lemak
- 6) menguraikan molekul hemoglobin tua
- 7) menghilangkan hormon-hormon berlebihan
- 8) membentuk protein tertentu dan merombaknya
- 9) pembentukan dan pengeluaran lemak dan kolesterol.

c. Gangguan Hati

Hepatitis adalah peradangan pada sel-sel hati. Penyebab penyakit hepatitis yang utama adalah virus. Virus hepatitis yang sudah ditemukan sudah cukup banyak dan digolongkan. Beberapa jenis hepatitis yang saat ini harus diwaspadai adalah:

- 1) hepatitis A yang disebabkan oleh Virus Hepatitis A (VHA), penyakit ini menular melalui makanan dan minuman.

- 2) hepatitis B yang disebabkan oleh Virus Hepatitis B (VHB), penyakit ini dapat menular melalui darah atau cairan tubuh yang terinfeksi, atau dari ibu ke bayi yang dilahirkan.
- 3) hepatitis C yang disebabkan oleh Virus Hepatitis C (VHC), penyakit ini sama dengan hepatitis B yang ditularkan melalui cairan tubuh.

B. Mendeskripsikan sistem reproduksi dan penyakit yang berhubungan dengan sistem reproduksi pada manusia

Reproduksi merupakan ciri utama makhluk hidup yang bertujuan untuk mempertahankan kelestarian jenisnya. Salah satu ciri makhluk hidup khususnya manusia adalah berkembang biak. Manusia berkembang biak untuk melestarikan jenisnya. Untuk berkembang biak manusia menggunakan alat reproduksi. Alat reproduksi pada manusia terdiri dari beberapa bagian yang disebut sistem reproduksi. Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak. Berdasarkan kepemilikan alat kelaminnya, manusia dikelompokkan menjadi organisme yang bersifat *gonochoris* (satu individu memiliki satu alat kelamin). Sistem reproduksi manusia, baik laki-laki maupun wanita, memiliki empat komponen utama dalam sistem reproduksinya, yaitu:

- a. Organ penghasil sel kelamin,
- b. Saluran reproduksi,
- c. Kelenjar tambahan, dan
- d. Alat kopulasi (senggama)

1. Organ Reproduksi pada manusia

a) Organ pada Laki-Laki

Organ pada laki-laki dibedakan menjadi organ kelamin luar dan organ kelamin dalam.

Organ reproduksi luar terdiri dari :

- 1) Penis merupakan organ kopulasi yaitu hubungan antara kelamin jantan dan betina untuk memindahkan semen ke dalam organ reproduksi betina.

Penis diselimuti oleh selaput tipis yang nantinya akan dioperasi pada saat khitan atau sunat.

- 2) Scrotum merupakan selaput pembungkus testis yang merupakan pelindung testis serta mengatur suhu yang sesuai bagi spermatozoa.
- 3) Buah Zakar yang terdiri dari kantung zakar yang didalamnya terdapat sepasang testis dan bagian-bagian lainnya.

Organ Reproduksi dalam :

- 1) Testis

sebenarnya adalah kelenjar kelamin, berjumlah sepasang dan akan menghasilkan sel-sel sperma serta hormon testosteron. Testis (goner jantan) berbentuk oval dan terletak di dalam kantung pelir (skrotum). Testis berjumlah sepasang, testis terdapat di bagian tubuh di sebelah kiri dan kanan. Testis kiri dan kanan di batasi oleh suatu sekat yang terdiri dari serat jaringan ikat dan otot polos. Fungsi testis secara umum merupakan alat memproduksi sperma dan hormon kelamin jantan yang di sebut testosteron.

- 2) Tubulus seminiferus

Di dalam testis terdapat saluran –saluran halus yang di sebut saluran penghasil sperma. Dinding dalam saluran terdiri dari jaringan epitel dan jaringan ikat.

- 3) Saluran reproduksi (saluran pengeluaran)

Saluran reproduksi maksudnya tempat sperma keluar atau jalan berupa lubang kecil yang menghubungkan organ dalam. Saluran pengeluaran pada organ reproduksi dalam pria terdiri dari epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi dan uretra. Epididimis merupakan saluran panjang yang berkelok yang keluar dari testis epididirmis berjumlah sepasang di sebelah kanan kiri berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sperma sampai sperma menjadi matang dan bergerak menuju vas deferens. Vas deferens berupa saluran panjang dan lurus mengangkut sperma ke vesikalsiminalis. Vas deferens atau saluran sperma (duktus deferens) merupakan saluran lurus yang mengarah ke atas dan merupakan lanjutan dari epididirmis vas deferens tidak pada testis dan

ujung salurannya terdapat kelenjar prosta vas deferens berfungsi sebagai saluran tempat jalannya sperma dari epididimis menuju kantong semen atau kantong mani (vesikula seminalis).

Saluran ejakulasi merupakan saluran yang pendek dan menghubungkan vesikula seminalis dengan urethra . saluran ini berfungsi mengeluarkan sperma agar masuk kedalam ureta .merupakan saluran saluran panajang terusan dari saluran ejakulasi dan terdapat di penis .

b) Organ pada Wanita

Organ reproduksi luar terdiri dari :

1) Vagina

Merupakan saluran yang menghubungkan organ uterus dengan tubuh bagian luar. Berfungsi sebagai organ kopulasi dan saluran persalinan (keluarnya bayi) sehingga sering disebut dengan liang peranakan.

2) Vulva

Merupakan suatu celah yang terdapat dibagian luar dan terbagi menjadi 2 bagian:

- Labium mayor, merupakan sepasang bibir besar yang terletak dibagian luar dan membatasi vulva.
- Labium minor, merupakan sepasang bibir kecil yang terletak dibagian dalam dan membatasi pulva.

3) Monsveneris

Pertemuan antara kedua bibir vagina dengan bagian atas yang tampak membukit.

Organ Reproduksi bagian dalam terdiri dari:

1) Vagina

Merupakan saluran yang menghubungkan organ uterus dengan tubuh bagian luar. Berfungsi sebagai organ kopulasi dan saluran persalinan (keluarnya bayi) sehingga sering disebut dengan liang peranakan.

2) Ovarium

Merupakan bagian utama pada wanita. Berjumlah sepasang dan terletak didalam rongga perut pada daerah pinggang bagian sebelah kiri dan kanan. Berfungsi untuk menghasilkan sel ovum dan hormon wanita.

3) Fimbriae

Merupakan serabut atau silia lembut yang terdapat dibagian pangkal ovarium berdekatan dengan ujung saluran oviduct. Berfungsi untuk menangkap sel ovum yang telah matang yang dikeluarkan oleh ovarium.

4) Infundibulum

Merupakan bagian ujung ovulum yang berbentuk corong atau membesar dan berdekatan dengan vembriae. Berfungsi menampung sel ovum yang telah ditangkap embriae.

5) Tuba fallopi

Merupakan saluran memanjang setelah infundibulum yang bertugas sebagai tempat fertilisasi dan jalan bagi sel ovum menuju uterus dengan abantuan silia pada dindingnya.

6) Oviduct

Merupakan saluran panjang kelanjutan dari tuba fallopi. Berfungsi sebagai tempat fertilisasi dan jalan bagi sel ovum menuju uterus dengan bantuan silia pada dindingnya. Oviduct berjumlah sepasang dan menghubungkan ovarium dengan rahim.

7) Rahim atau uterus

Merupakan organ yang berongga dan berotot. Berbentuk seperti buah pir dengan bagian bawah yang mengecil berfungsi sebagai tempat pertumbuhan embrio. uterus mempunyai 3 macam lapisan dinding yaitu perimetrium yaitu lapisan yang terluar yang berfungsi sebagai pelindung uterus. Miometrium yaitu lapisan yang kaya akan sel otot yang berfungsi untuk kontraksi dan relaksasi uterus dengan melebar dan kembali ke bentuk semula setiap bulannya. Endometrium merupakan lapisan terdalam yang kaya akan sel darah merah. Bila tidak terjadi pembuahan maka, dinding endometrium inilah yang akan meluruh bersamaan dengan sel ovum matang.

8) Serviks

Merupakan bagian dasar dari uterus yang bentuknya menyempit sehingga disebut sebagai leher rahim. Menghubungkan uterus dengan saluran vagina dan sebagai jalan keluarnya janin dari uterus menuju saluran vagina.

9) Saluran vagina

Merupakan saluran lanjutan dari serviks dan sampai pada vagina berbentuk tabung berlapis otot. Dinding vagina lebih tipis daripada rahim dan banyak memiliki lipatan. Hal ini untuk memepermudah jalan kelahiran bayi. Vagina juga memiliki lender yang dihasilkan oleh dinding vagina dan kelenjar bartholin.

2. Penyakit pada sistem reproduksi manusia

Penyakit pada sistem reproduksi manusia dialalmi dan disebabkan oleh berbagai faktor. Ada yang dari luar ada pula yang dari dalam. yang dari luar misalnya karena masuknya bakteri atau virus. Berikut beberapa penyakit yang menyerang sistem reproduksi manusia:

- a. AIDS kepanjangan dari *Acquired Immuno Deficiency Syndrome* atau *Acquired Immune Deficiency Syndrome*. Penyakit AIDS disebabkan oleh virus *Human Immunodeficiency Virus (HIV)* yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia, sehingga penderita AIDS menjadi rentan terhadap berbagai infeksi. Penyakit Flu bisa membuat penderita AIDS meninggal.
- b. Vulvovaginitis adalah peradangan pada vulva dan vagina yang sering menimbulkan gejala keputihan (*flour albus*) yaitu keluarnya cairan putih kehijauan dari vagina. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Gardnertella vaginalis*. Dapat pula disebabkan oleh protozoa, misalnya *Trichomonas vaginalis* atau oleh jamur *Candida albicans*.
- c. Impotensi adalah ketidakmampuan mempertahankan ereksi penis. Impotensi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain gangguan produksi hormone testosterone, kelainan psikis, penyakit diabetes mellitus, kecanduan alcohol, obat-obatan, dan gangguan sistem saraf.

c) **Mendeskripsikan sistem koordinasi dan alat indera pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan**

Sistem koordinasi merupakan suatu sistem yang mengatur kerja semua sistem organ agar dapat bekerja secara serasi. Sistem koordinasi bekerja untuk menerima rangsangan mengolahnnya dan kemudian meneruskannya untuk menanggapi rangsangan, sistem koordinasi terdiri atas sistem saraf, sistem indera, dan sistem hormone.

SISTEM KOORDINASI DAN ALAT INDRERA PADA MANUSIA

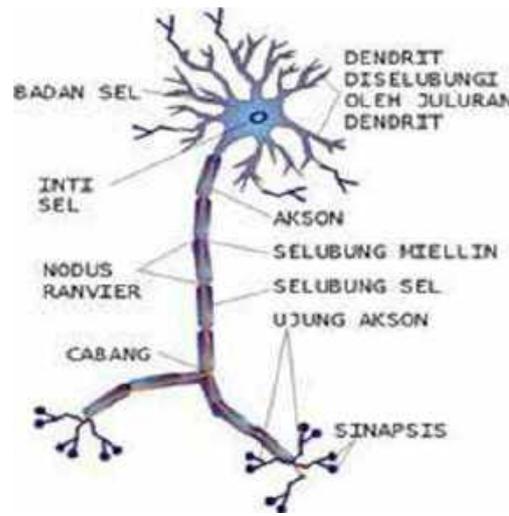


1. Sistem saraf manusia

Sistem saraf memiliki tiga fungsi utama yaitu: penerima informasi dalam bentuk rangsangan yang berupa perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan kita melalui alat penerima atau reseptor yang terdapat pada alat indera memproses informasi yang diterima dan memberi tanggapan atau reaksi terhadap rangsangan .

- a. Sel saraf adalah salah satu organ yang berfungsi untuk menyelenggarakan kerjasama yang rapi dalam organisasi dan koordinasi kegiatan tubuh sistem saraf manusia terdiri atas : sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer yang tersusun atas miliaran sel saraf yang di sebut neuron. Neuron tersusun atas badan sel yang di dalamnya terdapat sitoplasma nucleus dan organel-organel (kelompok reticulum endoplasma kasar yang berhubungan dengan sintesis protein). Dari badan sel saraf keluar serabut-serabut yang merupakan penonjolan sitoplasma .serabut-serabut itu berfungsi mengirimkan pesan dalam bentuk rangsangan elektrikmiawi (sinyal listrik). Serabut-serabut itu terdiri atas Dendron dan akson (Neurit). Dendron merupakan serabut pendek bercabang yang meneruskan rangsangan dari reseptor ke badan sel saraf. Reseptor adalah ujung-ujung saraf pada alat indera yang berfungsi sebagai penerima rangsangan dari luar. Dendron tersusun ats serabut-serabut kecil

yang di namakan dendrit. Dendrit berfungsi menerima inplus yang datang dari ujung akson neuron lain untuk dibawah menuju badan sel. Akson merupakan serabut panjang yang umunya tidak bercabang yang berfungsi untuk meneruskan rangsangan dari badan sel ke neuron lainya ataupun keefektor. Efektor adalah organ jaringan atau sel yang mampu bereaksi terhadap rangsangan. Berdasarkan fungsinya dalam membawa rangsangan.sel saraf dapat di kelompokkan menjadi tiga yaitu:



1) Sel saraf sensorik

Berfungsi menghantarkan impuls atau membawa rangsangan dari reseptor ke sistem pusat yaitu otak dan sum-sum tulang belakang.

2) Sel saraf motorik

berfungsi mengirimkan perintah dari sistem saraf pusat ke efektor (otot dan kelenjar)

3) Sel saraf konektor (penghubung)

Berfungsi menghubungkan sel saraf sensorik dan sel saraf motorik dalam sistem salar pusat.

b. Susunan sistem saraf

Sistem saraf manusia dibedakan menjadi sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri dari otak sum-sum tulang belakang, sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf somatic dan autonom.

1) Sistem saraf pusat

Berfungsi sebagai pusat koordinasi sistem saraf pusat terdiri dari otak, sumsum tulang belakang. Otak terdiri atas otak besar, kecil, dan sumsum tulang belakang terdapat sumsum lanjutan (*medulla oblongata*).

a) Otak Besar

Otak besar terdiri atas belahan kiri dan belahan kanan. Belahan kanan mengatur dan melayani tubuh bagian kanan dan begitu pun sebaliknya dengan otak belahan kiri, otak besar terdiri atas lapisan luar (korteks), lapisan dalam (medulla), otak besar berfungsi pusat pengendalian berbagai aktifitas tubuh yang di dasari, yaitu berfikir kemauan, ingatan, mendengar, membau, bergerak, dan melihat.

b) Otak tengah (Mesensefalon)

Merupakan penghubung antara otak depan dan otak belakang bagian otak tengah yang berkembang adalah lobus yang berfungsi sebagai pusat refleksi pupil mata mengatur gerak bola mata dan reflek akomodasi mata.

c) Otak kecil

Otak kecil terdiri atas sisi sebelah kanan dan kiri. Belahan kanan dan belahan kiri yang dihubungkan oleh jembatan varol. Otak kecil berfungsi sebagai pusat keseimbangan tubuh koordinasi gerak tubuh.

a. Sumsum lanjutan (Medulla oblongata)

Merupakan penghubung antara otak kecil dengan sumsum tulang belakang. Berfungsi sebagai pusat pengatur denyut jantung dan tekanan darah, gerak pernafasan, pelebaran dan penyempitan pembuluh darah dll.

b. Sumsum tulang belakang (Medulla spinalis)

Sumsum tulang belakang mempunyai daerah putih dan daerah abu-abu. Daerah abu-abu mengandung serabut-serabut serai, daerah abu-abu terbagi atas akar dorsal yang mengandung saraf sensorik dan akar ventral mengandung saraf motorik. Sumsum tulang belakang berfungsi untuk meneruskan jalannya impuls menuju otak serta pusat gerak reflex.

2) Sistem saraf tepi

Sistem saraf tepi merupakan saraf penghubung antara saraf pusat dengan organ-organ tubuh, sistem saraf tepi terdiri atas saraf sadar (somatik) dan saraf autonom. Dalam saraf autonom terdapat saraf simpatik dan saraf parasimpatik.

- a. Saraf simpatik memiliki fungsi untuk melebarkan iris, menghambat sekresi air liur, melebarkan bronkiolus, meningkatkan denyut jantung, menghambat aktifitas pancreas, menghambat sekresi getah lambung, menghambat gerak peristaltic pada usus dan memperlambat pengeluaran urin.
- b. Saraf parasimpatik memiliki fungsi yaitu; menyempitkan iris, merangsang sekresi air liur, menyempitkan bronkiolus, menurunkan denyut jantung, menurunkan sekresi getah lambung, merangsang gerak peristaltic dan mempercepat pengeluaran urin.

3) Jalan yang dilalui implus

Implus adalah rangsan atau pesan yang diterima oleh resptor dari lingkungan luar, kemudian dibawa oleh neuron. ada dua macam car yang dilalui implus yaitu jalan panjang dan pendek baik yang secara gerak yang disadari maupun gerak reflex.

a. Gerak yang disadari

Adalah gerak yang terjadi secara disengaja atau disadari ,implus ini disampaikan dengan jalan yang panjang, jalan pada gerak yang disadari adalah :

Resptor → saraf sensorik → otak → saraf motorik → efektor.

b. Gerak reflek

Adalah gerak yang tidak disengaja atau tidak disadari .gerak ini melalui jalan yang sangat singkat dan tidak melewati otak.

Resptor → saraf sensorik → sumsum tulang belakang → saraf motorik → efektor .

2. Sistem indra manusia

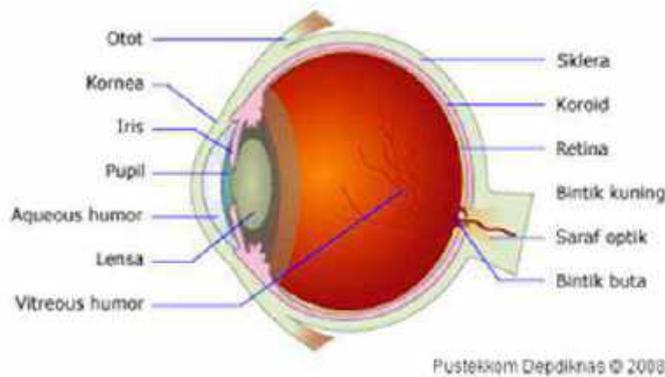
Sistem indra terdiri atas mata yang peka terhadap cahaya, telinga yang peka terhadap getaran bunyi, hidung yang peka terhadap bau, lidah yang peka terhadap rasa, dan kulit yang peka terhadap sentuhan.

a. Indra penglihatan

Bagian depan bola mata dilindungi oleh alis, bulu mata, kelopak mata, dan kelenjar air mata. Alis berfungsi untuk menahan keringat atau benda yang jatuh dari dahi agar tidak masuk ke dalam mata. Bulu mata berfungsi untuk melindungi mata dari debu atau benda asing ketika mata terbuka.

1) Bagian-bagian mata

Mata terdiri atas otot, lapisan bola mata, dan lensa mata. Terdapat enam otot penggerak mata yaitu otot mata lurus atas, otot mata lurus bawah, otot mata lurus dalam, otot mata lurus luar, otot mata miring atas, dan otot mata miring bawah. Jika salah satu otot mata tidak berfungsi maka mata akan menjadi juling. Lapisan mata terdiri atas tiga lapisan yaitu: lapisan luar terdiri atas sklera dan kornea, lapisan tengah (koroid atau selaput jala) dan lapisan terdalam disebut retina mata.



b. Indra pendengaran

Telinga adalah indra pendengaran yang peka terhadap suara/bunyi. Yang terdiri atas telinga luar, dalam dan tengah. Telinga luar terdapat daun telinga dan saluran telinga, telinga tengah atas tulang pendengaran (osikula auditori) dan telinga dalam terdiri atas jendela bulat, oval, tiga saluran setengah lingkaran (saluran semisirkulasi), sakula, utrikula dan koklea.

1) Bagian-bagian telinga

Telinga manusia dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu bagian luar, bagian tengah, dan bagian dalam.

a) Telinga bagian luar

Telinga bagian luar terdiri atas:

- Daun telinga, berfungsi untuk menampung getaran.
- Saluran telinga luar atau lubang telinga, berfungsi menyalurkan getaran.
- Kelenjar minyak, berfungsi menyaring udara yang masuk sebagai pembawa gelombang suara.

b) Telinga bagian tengah

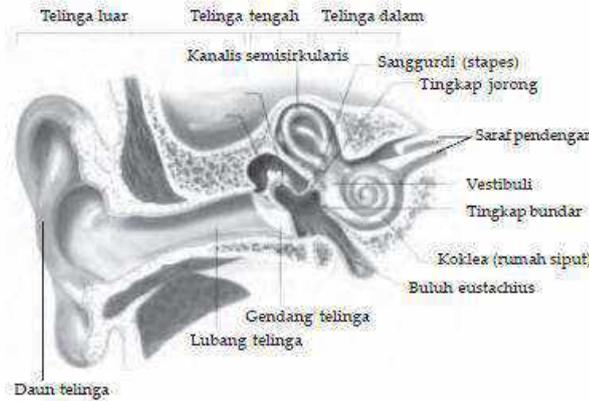
Telinga bagian tengah terletak di sebelah dalam membrane timpani. Fungsi dari telinga bagian tengah adalah untuk meneruskan getaran dari suara telinga bagian luar ke telinga bagian dalam. Pada telinga tengah terdapat saluran Eustachius dan tiga tulang pendengaran.

- Saluran Eustachius, berfungsi untuk mengurangi tekanan udara di telinga tengah sehingga tekanan udara di luar dan di dalam akan sama. Keseimbangan tekanan ini akan menjaga gendang telinga supaya tidak rusak. Saluran ini akan tertutup dalam keadaan biasa, dan akan terbuka jika kita menelan sesuatu.
- Tulang pendengaran, berfungsi untuk mengantarkan dan memperbesar getaran ke telinga bagian dalam. Tulang pendengaran ada tiga, yaitu tulang martil, tulang landasan, dan tulang sanggurdi. Tulang-tulang ini menghubungkan gendang telinga dan tingkap jorong.

c) Telinga bagian dalam

Telinga bagian dalam berfungsi mengantarkan getaran suara ke pusat pendengaran oleh urat saraf. Penyusun telinga bagian dalam adalah sebagai berikut.

- Tingkap jorong, berfungsi menerima dan menyampaikan getaran.
- Rumah siput, berfungsi menerima, memperbesar, dan menyampaikan getaran suara ke saraf pendengaran. Di dalam saluran rumah siput terdapat cairan limfe dan terdapat ujung-ujung saraf pendengaran.
- Tiga saluran setengah lingkaran, berfungsi sebagai alat untuk mengetahui posisi tubuh dan menjaga keseimbangan.

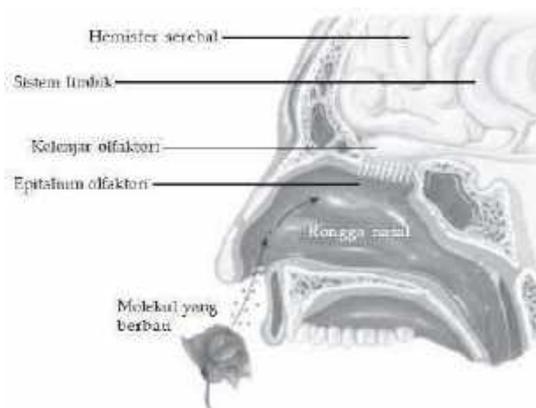


2) Proses mendengar

Suara yang didengar akan ditangkap oleh daun telinga, kemudian sampai ke gendang telinga sehingga membuat gendang telinga bergetar. Getaran ini diteruskan oleh tiga tulang pendengaran ke tingkap jorong dan diteruskan ke rumah siput. Di dalam rumah siput, cairan limfe akan bergetar sehingga merangsang ujung-ujung saraf pendengaran dan menimbulkan impuls saraf yang ditujukan ke otak. Di dalam otak, impuls tersebut akan diolah sehingga kita bisa mendengar dan mengenali suara tersebut.

c. Indra penciuman

Hidung adalah alat indera yang menanggapi rangsangan berupa bau atau zat kimia yang berupa gas. Di dalam rongga hidung terdapat serabut saraf pembau yang dilengkapi dengan sel-sel pembau. Setiap sel pembau mempunyai rambut-rambut halus (silia olfaktori) di ujungnya dan diliputi oleh selaput lendir yang berfungsi sebagai pelembab rongga hidung. Hidung dapat mengenali bau, didalam rongga hidung bagian atas terdapat serabut-serabut.



Pada saat kita bernapas, zat kimia yang berupa gas ikut masuk ke dalam hidung kita. Zat kimia yang merupakan sumber bau akan dilarutkan pada selaput lendir, kemudian akan merangsang rambut-rambut halus pada sel pembau. Sel pembau akan meneruskan rangsangan ini ke otak dan akan diolah sehingga kita bisa mengetahui jenis bau dari zat kimia tersebut.

d. Indra pengecap

Sebagian besar lidah terdiri atas dua kelompok otot .otot intrinsic lidah semua melakukan gerakan halus. Sedangkan otot ekstrinsik mengaitkan lidah pada bagian-bagian sekitarnya dan melaksanakn gerakan kasar yang penting saat mengunyah dan menelan.

Lidah adalah alat indera yang peka terhadap rangsangan berupa zat kimia larutan. Lidah memiliki otot yang tebal, permukaannya dilindungi oleh lendir dan penuh dengan bintil-bintil. Kita dapat merasakan rasa pada lidah karena terdapat reseptor yang dapat menerima rangsangan. Reseptor itu adalah vavila pengecap atau kuncup pengecap. Kuncup pengecap merupakan kumpulan ujung-ujung saraf yang terdapat pada bintil-bintil lidah. Tidak semua bagian lidah peka terhadap zat kimia dan daerahnya juga khusus untuk rasa tertentu.

Rasa	Letak kuncup pengecap
Manis	Ujung lidah
Asin	Samping lidah pada bagian ujung
Asam	Samping lidah pada bagian pangkal
Pahit	Pangkal lidah

(Sumber: *Biology, Boyle M dan Kathryn S*)

e. Indra peraba

Kulit berfungsi sebagai indra peraba. Pada kulit terdapat saraf sensorik yang disebut reseptor peraba yang berfungsi sebagai penerima rangsangan luar. Kulit adalah alat indera yang peka terhadap rangsangan berupa sentuhan, tekanan, panas, dingin, dan nyeri atau sakit. Kepekaan tersebut disebabkan karena adanya ujung-ujung saraf yang ada pada kulit. Biasanya ujung saraf indera peraba ada dua macam, yaitu ujung saraf bebas yang mendeteksi rasa nyeri atau sakit, dan ujung saraf yang berselaput (berpapilia). Ujung saraf yang berselaput ada lima macam, yaitu:

Ujung saraf berselaput	Rangsangan
Korpuskel pacini	Tekanan
Korpuskel ruffini	Panas
Korpuskel krause	Dingin
Korpuskel meissner	Sentuhan

(Sumber: Biology, Moyer S.S)

3. Sistem hormon

Hormon dihasilkan oleh kelenjar endoktrin atau kelenjar buntu yang berfungsi sebagai mengatur metabolisme, pertumbuhan, perkembangan, reproduksi dan tingkah laku. Kerja hormon menyerupai kerja syaraf, yaitu mengontrol dan mengatur keseimbangan kerja organ-organ di dalam tubuh. Namun, kontrol kerja syaraf lebih cepat dibanding dengan kontrol endoktrin. Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar yang berasal dari ektodermal adalah protein, peptida, atau derivat dari asam-asam amino, dan hormone yang dihasilkan oleh kelenjar yang berasal dari mesodermal (gonad, korteks ardenal) berupa steroid.

a. Kelenjar Endoktrin dan Hormon-Hormonnya

Sistem terdiri dari beberapa kelenjar yang terletak di beberapa bagian tubuh. Organ-organ tersebut memproduksi hormone yang berbeda dan dengan fungsi yang berbeda pula. Morfologi umum dari kelenjar endoktrin adalah berupa ductus. Ductus-ductus ini akan melepaskan sekretnya secara langsung ataupun tidak secara langsung

sistem atau duktus lain (Griffin dan Ojeda, 1988). Hormon berdasarkan struktur kimianya dapat dibedakan, yaitu:

1. Hormon-hormon derivat asam amino tunggal seperti *epineprin*, *norepineprin*, dan *dopamine*. Yang semuanya merupakan derivat dari asam amino tyrosin dan hormone tyroid 3,5,3 triiodothyronine (Thyroxin T4).
2. Hormon-hormon yang berasal dari peptide dan protein. Dikategorikan sebagai hormone kecil dan besar. Hormone yang kecil seperti erythropin relaing hormone karena sedikit sekali mengandung asam amino (3 asam amino). Hormone yang besar seperti GH dan FSH dengan 200 asam amino dan BM 25.000-30.000 Da.
3. Hormone steroid. Derivat dari kolestrol dan dibedakan lagi atas dua bentuk yaitu *intac* di nukleus seperti steroid-steroid pada gonad dan adrenal dan *bancur* di nukleus seperti vitamin D dan metabolit-metabolitnya.

b. Fungsi Hormon

Hormon dilepaskan dalam jumlah sedikit. Reseptor-reseptor merekapun ada yang di membrane ada yang di inti. Karakteristik seperti ini mempengaruhi kerja dan fungsinya masing-masing. Secara umum fungsi homron :

1. Satu fungsi diatur oleh satu atau berapa hormon. Seperti pengaturan liposis katekolamin, glucagon, sekretin, prolactin dan betha lipoprotein.
2. Multi fungsi diatur oleh hormon yang berbeda. Seperti perkembangan kelenjer mamace diatur secara langsung oleh prolactin, estradiol dan progesterone. Dan oleh glucocorticoid dan insulin secara tidak langsung.

Diantaranya fungsi-fungsi hormon yang berhubungan dengan fisiologi (1) Reproduksi; (2) Pertumbuhan dan perkembangan; (3) Pengaturan lingkungan internal tubuh dan (4) Pengaturan energi.

c. Sintesis dan Pelepasan Hormon

Hormon-hormon peptide dan protein disintesis *rough endoplasmic reticulum* dalam bentuk prohormon. Sebagai sebuah protein, asam amino spesifik tersebut akan dibedakan oleh mRNA yang disintesis di dalam nucleus. Dengan melintasi membrane endoplasmic reticulum inilah yang akan membentuk prohormon dan disimpan di dalam apparatus golgi. Disini akan dijadikan dalam bentuk aktif dan disimpan dalam bentuk granula sebelum dilepaskan secara eksositosis. Eksositosis terjadi karena adanya peranan mikrotubul mobilisasi kalsium pada membrane.

Pelepasan hormon-hormon ini tergantung pada jenis hormonnya. Hormon-hormon protein yang bersifat hidrofilik akan dibawa dalam plasma darah dalam bentuk terlarut. Sedangkan steroid hormone dan hormone-hormon tiroid yang bersifat lipofilik akan dibawa dalam plasma darah dan akan berkaitan dengan protein-protein pengikat baik yang spesifik maupun tidak kemudian akan disimpan. Jumlah yang tidak aktif atau tidak berkaitan relatif lebih sedikit.

d. Pola Ekresi Hormon

Konsentrasi hormon dalam sirkulasi darah dikontrol oleh mekanisme *feed back* sehingga akan menimbulkan efek biologis. Penghambat sekresi hormone secara episodic oleh hormone lain. Sekresi secara episodic akan menimbulkan siklus berulang dengan adanya pulsa amplitude dan frekuensi.

Sekresi secara episodic tersebut terjadi dalam periode yang berbeda. Misalnya frekuensi sekresi hormone secara episodic dalam waktu satu jam. Model ini disebut dengan *circhoral*. Sekresi secara *circhoral* bisa berbentuk:

- a) *Ultradian* yaitu apabila episode sekresinya dalam interval lebih panjang dari satu jam tetapi lebih sedikit dari 24 jam.

- b) *Circadian* yaitu apabila peroidesitas sekresinya dalam satu hari.
- c) *Quotidian* yaitu episode sekresinya setiap hari. Dan disebut dengan diurnal jika ACTH yang disekresikan pada pagi hari sekali.
- d) *Circatrigintan* yaitu jika sekresi hormone dalam frekuensi yang kecil dan dalam waktu yang relative lama. Misalnya sekresi gonadotropin pada saat preovulasi dalam rentang waktu 30 hari.

e. Metabolisme dan Transport Hormon

Saat hormon dilepaskan ke dalam aliran darah mungkin beredar dengan bebas, dan dikategorikan dalam bentuk bisa larut dalam air, atau terikat dengan protein pengangkut. Dalam keadaan normal amino, peptides dan protein beredar sedangkan steroids dan hormone tyroid harus mengangkut protein.

Beberapa protein plasma seperti zat putih telur dan pre-albumin mempunyai kapasitas untuk mengangkat *non selectively* berbagai *low molecular-weight hormone*. Sebaliknya, protein pengangkutan spesifik adalah globulins mempunyai *saturable* dengan afinitas yang tinggi untuk mengikat lokasi untuk hormone yang mereka membawa. Protein ini meliputi tyroid hormone binding globulin (TGB), Testosteron binding globulin (TeBG) dan cortisol binding globulin (CBG). Laju metabolic (MCR) hormone didefinisikan secara kuantitatif dengan perpindahannya dari plasma.

f. Mekanisme Umpan Balik (*Feedback Mechanism*)

Sekresi hormone diatur oleh sistem "*closed loop*" yang dikenal dengan mekanisme umpan balik. Mekanisme umpan balik ada dua macam, yaitu :

1. Umpan balik negatif. Mekanisme ini akan menghambat sekresi release atau hormone dari suatu kelenjar endoktrin. Misalnya suatu

organ target mengeluarkan secret atau hormone B untuk menghambat pembentukan hormone A di sel-sel endokrin. Misalnya cortisol menghambat hipotalamus-hipofisis untuk menghambat pembentukan ACTH.

2. Umpan balik positif. Mekanisme ini merupakan kebalikan dari negatif, dimana sekresi hormon akan dipicu. Misalnya sekresi estradiol akan meningkatkan pelepasan LH di hipo-talamus-hipofisis.

5. Kelainan dan penyakit sistem koordinasi

- a. Chorea : gangguan sistem saraf yang menimbulkan gerak otor berkejut-kejut.
- b. Radang otak : infeksi pada otak
- c. Ayan : kejang mendadak akibat gangguan otak
- d. Meningitis : radang selaput otak
- e. Sklerosis : kerusakan sel saraf pada otak dan sara belakang
- f. Neuralgia : sakit sepanjang serabut saraf
- g. Stroke : gangguan aliran darah ke sebagian otak
- h. Miopi : (rabun dekat)
- i. Hipermetropi : (rabun jauh)
- j. Presbiopi : otot penggerak bola mata telah kendur.
- k. Buta warna : tidak bisa membedakan warna.
- l. Katarak : kelainan mata berupa pengeruhan lensa mata
- m. Mata juling
- n. Xerofalmia : keadaan ketika kornea mata mengering
- o. Astigmatis
- p. Anosmia : hilang penciuman.
- q. Tuli konduktif
- r. Tuli saraf
- s. Otitis : radang telinga
- t. Gondok : disebabkan kekurangan yodium.
- u. Pancreatitis : radang pancreas.

Soal Evaluasi

1. Jelaskan fungsi hati terhadap system ekskresi pada manusia?
2. Jelaskan bagaimana system peredaran darah besar dan system peredaran darah besar?
3. Jelaskan bagaimana system alat indre pengelihatan bekerja?
4. Jelaskan 5 tentang penyakit system reproduksi dan bagaimana cara untuk menghindarinya?

DAFTAR PUSTAKA

- Haviz, M. (2013). *Dua Sistem Tubuh: Reproduksi dan Endokrin*. Jurnal Saintek
Vol. V No.2: 153-168, Desember 2013
- Sudiby, Elok, dkk. (2008). *Mari Belajar IPA untuk SMP/MTs Kelas XI*. Jakarta:
Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

BAB III
PENERAPAN BIOTEKNOLOGI DALAM Mendukung
KELANGSUNGAN HIDUP MANUSIA MELALUI PRODUKSI PANGAN

Kompetensi yang harus dicapai

- A. Mendefinisikan pengetahuan bioteknologi
- B. Mendeskripsikan keuntungan pemanfaatan bioteknologi dalam produksi pangan
- C. Mendata produk-produk bioteknologi konvensional dan modern di lingkungan sekitarnya
- D. Membuat produk bioteknologi sederhana yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari (membuat tempe, fermentasi sari buah, penanaman secara hidroponik dan aeroponik)

A. Pengertian bioteknologi

- 1. “*Bio*” memiliki pengertian agen hayati (*living things*) yang meliputi; organisme(bakteri, jamur (ragi), kapang), jaringan/sel (kultur sel tumbuhan atau hewan), dan/atau komponen sub-selulernya (enzim).
- 2. “*Tekno*” memiliki pengertian teknik atau rekayasa (*engineering*) yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan rancang-bangun, misalnya untuk rancang bangun suatu bioreaktor.
- 3. “*Logi*” memiliki pengertian ilmu pengetahuan alam (sains) yang mencakup; biologi, kimia, fisika, matematika dsb. Ditinjau dari sudut pandang biologi(biosain), maka bioteknologi merupakan penerapan (*applied*); biologi molekuler, mikrobiologi, biokimia, dan genetika. Dengan demikian, bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang (disiplin) ilmu (interdisipliner). Oleh karena itu, tidak ada seorangpun yang dapat menguasai seluruh aspek bioteknologi.

Berdasarkan definisi dan pengertian di atas, maka bioteknologi tidak lain adalah suatu proses yang unsur-unsurnya sebagai berikut:

- a) Input yaitu bahan kasar (*raw material*) yang akan diolah seperti; beras, anggur, susu dsb.
- b) Proses yaitu mekanisme pengolahan yang meliputi; proses penguraian ataupun penyusunan oleh agen hayati.
- c) Output yaitu produk baik berupa barang dan/atau jasa, seperti; alkohol, enzim, antibiotika, hormon, pengolahan limbah.



Gambar 1: Skema Proses Bioteknologi

Jadi, bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerakyasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa

B. Keuntungan bioteknologi dalam pemanfaatan bioteknologi dalam produksi pangan

- a. Tempe merupakan hasil fermentasi dari kedelai menggunakan jamur *Rhizopusoryzae*

Bahan Baku Tempe:

Usar: Mengandung *Rhizopus*

Kedelai: Bahan baku utama, kaya protein

Air, Asam asetat/laktat: Digunakan untuk menghambat bakteri

Proses pembuatan tempe:

1. Perebusan I air
2. Perendaman

3. Penghilangan Kulit
4. Perebusan II asam
5. Penirisan
6. Inokulasi usar
7. Pengemasan
8. Inkubasi
9. Tempe



b. Fermentasi tape

Tape dibuat dari ubi kayu ataupun beras ketan

Ada 3 mikroorganisme yang berperan:

- *Endomycopsis fibuliger*: merombak pati menjadi gula
- *Saccharomyces* dan *Candida*: mengubah tape menjadi alkohol
- *Acetobacter aceti*: mengubah alkohol menjadi asam asetat dan membuat berasa asam

c. Fermentasi yogurt

Produksi yogurt dimulai dengan kondisioning susu. Bakteri yang berperan *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*.

Pembuatan Yogurt

- 1) Susu segar beku
- 2) Perendaman susu (*tawing*)
- 3) Pembukaan kemasan susu
- 4) Pasteurisasi
- 5) Penyiapan bakteri
- 6) Pencampuran bakteri dengan susu
- 7) Inkubasi (wadah inkubator bisa berupa lampu listrik 25 watt selama 4 jam/stiroformbox)
- 8) Penyimpanan



d. Fermentasi Kefir

Spesies mikrobia dalam bibit kefir diantaranya *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefirgranum*, *Lactobacillus parakefir*: mempunyai fungsi dalam pembentukan asam laktat dari laktosa. *Lactobacillus kefiranofaciens* sebagai pembentuk lendir (matriks butiran kefir) *Leuconostoc sp.* Membentuk diasetil dari sitrat *Candida kefir* pembentuk etanol dan karbondioksida dari laktosa.



e. Fermentasi Keju

Dibuat dengan menambahkan kultur bakteri pembentuk asam laktat (*Lactobacillus sp*) ke dalam susu yang telah dipasteurisasi, kemudian dilanjutkan dengan menambahkan enzim rennin sebagai bahan penggumpal susu.



f. Fermentasi Nata deCoco

Adalah Selulosa murni produk kegiatan mikrobia *Acetobacter xylinum*: merubah gula menjadi selulosa

g. Fermentasi Kombucha

Minuman tradisional hasil fermentasi larutan teh dan gula dengan menggunakan starter mikrobial kombucha (*Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir) dan difermentasi selama 8 – 12 hari.



h. Fermentasi Kecap

Kedelai rebus difermentasi oleh kapang *Aspergillus sp.* dan *Rhizopus sp.* Menjadi semacam tempe kedelai. Kemudian "tempe" ini dikeringkan dan direndam di dalam larutan garam (Mikroba yang tumbuh pada rendaman kedelai pada umumnya dari jenis khamir dan bakteri tahan garam, seperti khamir *Zygosaccharomyces* dan bakteri susu *Lactobacillus*): Merombak protein menjadi asam-asam amino dan komponen rasa dan aroma, serta menghasilkan asam.

C. Produk-Produk Bioteknologi Konvensional dan modern di lingkungan sekitar

1. Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah praktik bioteknologi yang dilakukan dengan cara dan peralatan yang sederhana, tanpa adanya rekayasa genetika.

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern merupakan bioteknologi yang didasarkan pada manipulasi atau rekayasa DNA, selain memanfaatkan dasar Mikrobiologi dan Biokimia. Penerapan bioteknologi modern juga mencakup berbagai aspek kehidupan, misalnya ternak unggul hasil

manipulasi genetik (peternakan), buah tomat hasil manipulasi genetik yang tahan lama (pangan), tanaman jagung dan kapas yang resisten terhadap serangan penyakit tertentu (pertanian), hormone insulin yang dihasilkan oleh E. coli (kedokteran dan farmasi).

Bioteknologi modern sudah memanfaatkan metode-metode mutakhir, yaitu :

a. Kultur Jaringan

Kultur jaringan tumbuhan merupakan teknik menumbuhkan kembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik secara in vitro. Kultur jaringan dapat dilakukan karena adanya sifat totipotensi, yaitu kemampuan setiap sel tanaman untuk tumbuh menjadi individu baru bila berada dalam lingkungan yang sesuai. Dalam kultur jaringan, tanaman yang akan dikulturkan sebaiknya berupa jaringan muda yang sedang tumbuh, misalnya akar, daun muda, dan tunas. Bagian tumbuhan yang akan dikultur disebut sebagai eksplan.

a) Teknik Kultur Jaringan

Tanaman dengan teknik kultur jaringan dapat diperoleh dengan empat tahap sebagai berikut.

- 1) Tahap inisiasi adalah tahap penanaman eksplan ke dalam media. Media yang digunakan adalah media cair yang terdiri dari zat nutrisi dan zat pengatur tumbuh.
- 2) Tahap multiplikasi (perbanyak kultur), eksplan akan tumbuh menjadi jaringan seperti kalus berwarna putih disebut protocorm like body (PLB).
- 3) Tahap menghasilkan plantlet, PLB berkembang menjadi tanaman kecil yang disebut plantlet.
- 4) Tahap aklimatisasi, plantlet dipisah-pisahkan dan dikultur dalam media padat. Setelah plantlet tumbuh menjadi tanaman yang sempurna, maka tanaman tersebut dipindah ke polybag.

- 5) Kultur jaringan akan berhasil dengan baik apabila syarat-syarat yang
- 6) diperlukan terpenuhi. Syarat-syarat tersebut antara lain, yaitu :
 - a) Pemilihan eksplan sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus.
 - b) Penggunaan medium yang cocok.
 - c) Keadaan aseptik.
 - d) Pengaturan udara yang baik.

b) Manfaat dan Kelemahan Kultur Jaringan

Dengan melakukan kultur jaringan tumbuhan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut.

- 1) Mendapat bibit banyak dalam waktu singkat yang identik dengan induknya.
- 2) Bibit terhindar dari hama dan penyakit.
- 3) Menghasilkan varietas baru seperti yang dikehendaki.
- 4) Mendapat hasil metabolisme tumbuhan (metabolit sekunder), misalnya karet, resin, tanpa areal tanaman yang luas dan tidak perlu menunggu tumbuhan dewasa.
- 5) Melestarikan tanaman-tanaman yang hampir punah.

c) Selain memiliki manfaat, kultur jaringan juga memiliki kelemahan-kelemahan yaitu sebagai berikut.

- a) Diperlukan biaya yang relatif tinggi.
- b) Hanya mampu dilakukan oleh orang-orang tertentu saja, karena memiliki keahlian khusus.

- c) Bibit hasil kultur jaringan memerlukan proses aklimatisasi, karena terbiasa dalam kondisi lembap dan aseptik.

b. Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah suatu proses perubahan gen-gen dalam tubuh makhluk hidup. Rekayasa genetika dilakukan dengan cara mengisolasi dan mengidentifikasi serta memperbanyak gen yang dikehendaki.

Berbagai teknik rekayasa genetika berkembang dimungkinkan karena ditemukannya :

- 1) Enzim restriksi endonuklease yang dapat memotong benang DNA.
- 2) Enzim ligase yang dapat menyambung kembali benang DNA.
- 3) Plasmid yang dapat digunakan sebagai wahana memindahkan potongan benang DNA tertentu ke dalam sel mikroorganisme.

Teknik rekayasa genetika dapat dilakukan melalui :

1) Rekombinasi DNA

Rekombinasi DNA adalah proses penyambung 2 DNA dari organisme yang berbeda. Hasil penggabungan DNA dari individu yang tidak sama ini disebut dengan DNA rekombinan. Gen dari satu individu yang disisipi atau digabungkan pada gen individu yang lain disebut transgen, individunya disebut transgenik. Rekombinasi DNA dapat terjadi secara alami dan buatan. Secara alami dapat terjadi dengan cara:

- a) Pindah silang, yaitu tukar menukar kromatid pada kromosom homolog sehingga DNA terputus dan tersambungkan secara silang.

- b) Transduksi, yaitu bersambungannya DNA bakteri yang satu dengan bakteri yang lain dengan prantara virus.
- c) Transformasi, yaitu pemindahan sifat-sifat dari satu mikroba ke mikroba lainnya melalui bagian-bagian DNA tertentu dari mikroba pertama.

Rekombinasi DNA secara buatan dilakukan dengan penyambungan DNA secara *in vitro*. Alasan dilakukan rekombinasi DNA ini adalah :

- a) Struktur DNA semua spesies sama.
- b) DNA dapat disambung-sambungkan.
- c) Ditemukan enzim pemotong dan penyambung.
- d) Gen dapat terekspresi di sel apapun.

Teknologi rekombinasi DNA memerlukan suatu prantara atau vektor untuk memasukkan gen ke dalam sel target berupa plasmid bakteri, sehingga merupakan bentuk teknologi plasmid. Plasmid adalah lingkaran kecil DNA bakteri atau eukariota bersel satu yang dapat bereplikasi.

2) Teknik Hibridoma/Fusi Sel

Teknik hibridoma adalah penggabungan 2 sel dari organisme berbeda ataupun sama (fusi sel) sehingga menghasilkan sel tunggal berupa sel hybrid (hibridoma) yang memiliki kombinasi sifat dari kedua sel tersebut. Proses penggabungan sel menggunakan tenaga listrik, sehingga prosesnya disebut elektrofusi.

Hal-hal yang diperlukan dalam teknik hibridoma, yaitu :

- a) Sel sumber gen adalah sel-sel yang memiliki sifat yang diinginkan.
- b) Sel wadah adalah sel yang mampu membelah dengan cepat (misalnya sel mieloma).
- c) Fusi gen adalah zat-zat yang mempercepat fusi sel (misalnya NaNNO_3).

Teknik hibridoma dapat dimanfaatkan untuk pembuatan produk penting, misalnya antibodi monoclonal, pembentukan spesies baru, dan pemetaan kromosom.

c. Kloning

Kloning berasal dari bahasa Inggris *cloning* yang berarti suatu usaha untuk menciptakan duplikat suatu organisme melalui proses aseksual. Tujuan utama kloning adalah untuk mengisolasi gen yang diinginkan dari seluruh gen yang ada (kromosom) pada organisme donor. Untuk mencapai tujuan tersebut, kloning dapat dilakukan dengan kloning embrio dan transfer inti. Kloning embrio dilakukan dengan fertilisasi *in vitro*, misalnya kloning pada sapi yang secara genetik identik untuk memproduksi hewan ternak. Sedangkan kloning dengan transfer inti yaitu pemindahan inti sel yang satu ke sel lain sehingga diperoleh individu baru yang memiliki sifat baru sesuai inti yang diterimanya.

Prosedur dan mekanisme kloning terhadap mahluk hidup melalui empat (4) tahap yaitu isolasi fragmen DNA, penyisipan fragmen DNA ke dalam vektor, transformasi dan seleksi hasil kloning.

1. Isolasi fragmen DNA

Isolasi fragmen DNA yang spesifik dapat dilakukan dengan metode PCR (*polymerase chain reaction*) yaitu teknik amplifikasi fragmen DNA yang spesifik secara *in vitro*. Secara umum DNA yang digunakan untuk PCR adalah total DNA genom yang diekstraksi dari sel dan tidak membutuhkan tingkat kemurnian tinggi. Urutan DNA yang akan diamplifikasi secara spesifik akan ditentukan oleh primer-primer yang tersusun dari nukleotida.⁽¹⁾ Material yang diperlukan untuk proses PCR adalah DNA yang mengandung rangkaian urutan yang akan diperbanyak (*duplikasi DNA*) yaitu primer, DNA polimerase dan campuran dari empat macam deoksiribonukleotida-trifosfat (*dATP, dCTP, dGTP dan dTTP*) serta *MgCl₂*.

2. Penyisipan fragmen DNA ke dalam vektor

Proses penyisipan atau penyambungan molekul fragmen DNA dengan molekul DNA vektor disebut ligasi. Biasanya ligasi terjadi antara ujung gugus fosfat dengan gugus hidroksil. Ligasi antara fragmen DNA yang memiliki ujung lengket (cohesive ends) yang komplementer jauh lebih efisien dibandingkan dengan ujung tumpul (blunt ends). Efisiensi ligasi juga dipengaruhi oleh adanya deoksiadenosin tunggal pada ujung. Efisiensi ligasi dapat ditingkatkan, bila fragmen DNA yang memiliki deoksiadenosin tunggal pada ujung bertemu dengan vektor yang memiliki timidin pada ujung.

3. Transformasi DNA

Transformasi adalah proses pemindahan molekul DNA donor dari lingkungan luar sel. Vektor kloning yang merupakan pembawa gen yang akan dikloning ditransformasi ke dalam sel inang. Transformasi dapat dilakukan secara alami maupun buatan. Pada proses transformasi alami, DNA yang berbentuk untai ganda dan memiliki untaian basa spesifik terhadap protein membran masuk ke dalam bakteri melewati membran sel bakteri terhidrolisis. Pada transformasi buatan, sel bakteri dibuat menjadi sel kompeten secara paksa sehingga selubung sel bakteri bersifat permeabel dan memungkinkan DNA dapat berikatan dengan sel dan masuk ke dalam sitoplasma, kemudian berinteraksi dengan genom sel bakteri. Sel kompeten adalah sel inang yang memiliki kompetensi untuk dimasuki vektor kloning. Perlakuan untuk memasukkan sel kompeten dapat dilakukan dengan menggunakan metode kejutan panas (heat shock) atau kejutan pulsa listrik (metode electroporation).

4. Seleksi hasil kloning

Penyeleksian koloni bakteri untuk mendapatkan kloning yang diinginkan dengan cara X-gal atau pemotongan dengan enzim restriksi. Seleksi dengan X-gal dapat digunakan untuk

mengidentifikasi plasmid rekombinan dengan komplementasi. Sedangkan pemotongan dengan enzim restriksi dapat digunakan untuk menyeleksi plasmid rekombinan hasil kloning. Hasil pemotongan tersebut dielektroforesis dan memperlihatkan pita fragmen DNA sisipan yang terpisah dari pita vektor kloning.

3. Cara membuat produk bioteknologi yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari hari:

1) Proses Hidroponik

a) Menyiapkan media tanam

Media tanam umumnya menggunakan arang sekam padi sebab bahan tersebut murah. Dapat juga menggunakan pasir, bata merah yang dihaluskan, atau bahan lain yang bersifat porus dan steril.

b) Penyemaian

Untuk media semai dapat digunakan media arang sekam padi atau media semai jiffy-7 yang sudah siap pakai. Bila menggunakan media semai jiffy-7,

perlu dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

- 1) Merendam keping jiffy-7 selama 10 menit sampai mengembang secara maksimal.
- 2) Mengatur dalam wadah plastik.
- 3) Memasukkan benih yang sebelumnya sudah di rendam dalam air hangat dengan menggunakan pinset.
- 4) Menutup permukaan keping jiffy-7 dengan kertas tisu atau kertas serap dan meletakkannya di tempat yang teduh.
- 5) Menyiram bibit yang sudah tumbuh dengan air dan larutan nutrisi (pupuk) setiap pagi dan sore dengan menggunakan penyemprot (*hand spayer*).

c) Penyampihan

Tanaman yang berumur sekitar 2 minggu dipisah – pisah dan dipindahkan ke pot kecil dengan media pasir dan diberi nutrisi setiap pagi dan sore.

d) Penanaman

Bibit dari pot kecil di pindahkan ke polibag penanaman. Saat pemindahan tanaman berbeda-beda waktunya tergantung jenis tanaman. Beberapa contoh waktu pemindahan tanaman ke polibag penanaman dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Pemindahan bibit dan persemaian

No.	Jenis tanaman	Waktu pemindahan
1.	Tomat	3-4 minggu setelah semai
2.	Melon	2 minggu setelah semai
3.	Paprika	4 minggu setelah semai
4.	Timun	2 minggu setelah semai

e) Pemeliharaan

Hidroponik memerlukan perawatan yang cermat. Beberapa langkah pemeliharaan tanaman hidroponik adalah sebagai berikut.

1) Penyiraman

2) penyiraman air dan larutan nutrisi dilakukan 5-8 kali setiap hari.

3) Pengikatan atau pengajiran

Tanaman melon atau yang telah berumur 1 minggu perlu diberi air. Air berguna sebagai rambatan atau pegangan agar tanaman dapat tumbuh tegak.

4) Pemilihan batang produksi

Pada tanaman misalnya cabai atau paprika, dipilih satu atau dua cabang produksi dan dibiarkan tumbuh sebagai batang utama.

f) Pemangkasan

Daun – daun yang terdapat di antara ketiak daun dibuang setiap dua hari. Bila menanam timun, sulur-sulur yang tumbuh di bagian atas tanaman timun dipotong sekitar 2 cm dari titik tumbuh.

g) Pemberantasan hama

Tanaman yang diserang hama, misalnya kutu daun dan ulat buah, disemprotkan dengan insektisida. Sesuai dosis yang diperlukan.

h) Pemanena

Tanaman yang dipanen hasilnya sesuai keperluan, misalnya timun jepang dapat dipanen setelah 45 hari. Cabai paprika dan tomat dapat dipanen setelah 3-6 bulan.

2) Proses Aeroponik

Pembahasan mengenai selanjutnya apa yang dimaksud dengan aeroponik? Aeroponik adalah hasil modifikasi dari hidroponik. Aeroponik berasal dari kata aero dan phonos. Aero berarti udara. Udara tersebutlah yang menjadi pembeda antara aeroponik dengan hidroponik. Metode aeroponik hanya memerlukan air dan tidak memerlukan bantuan media yang lainnya semacam pasir dan kerikil. Jadi, akar tanaman yang menggunakan metode aeroponik dibiarkan menggantung di udara.

Selain membahas pengertian aeroponik, saya akan sedikit membahas membahas bagaimana cara menanam aeroponik. Petani memerlukan styrofoam dan rockwool (bisa diganti dengan busa). Langkah pertama yaitu memberi beberapa lubang pada styrofoam, masing-masing berjarak 15 cm. Tancapkan semaian tanaman ke dalam lubang-lubang tersebut dibantu dengan rockwool atau busa sebagai penggantinya. Dengan demikian, akar dari tanaman akan menjutai bebas ke bawah. Di bawah akar-akar tersebut, pasang sprinkler atau penyemprot kabut yang bertugas untuk senantiasa menyemprotkan kabut berisi larutan hara ke akar. Jangan sampai alat penyemprot tersebut berhenti lebih dari 15 menit, atau tanaman akan layu. Jadi, untuk mengantisipasi hal tersebut, akan lebih baik jika sprinkler menggunakan generator sehingga kemacetan sprinkler

akibat listrik mati bisa dihindari. Metode menanam aeroponik ini biasanya digunakan untuk menanam sayur-sayuran.

Soal evaluasi

1. Perhatikan pernyataan di bawah ini!
 - a. pemanfaatan mikroorganisme secara langsung
 - b. melibatkan berbagai macam teknik dari berbagai disiplin ilmu
 - c. umumnya dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan
 - d. umumnya dimanfaatkan untuk kebutuhan industry
 - e. teknik berupa fermentasi bahan makanan oleh mikroorganisme

Ciri-ciri bioteknologi konvensional ditunjukkan oleh nomor

2. Dalam proses pembuatan kue terdapat suatu proses pemberian ragi pada adonannya. Pemberian ragi ini bertujuan agar adonan kue yang digunakan dapat mengembang dengan baik. Mengembangnya adonan kue disebabkan oleh salah satu mikroorganisme yang terdapat pada ragi yaitu jamur *Saccharomyces cereviceae*. Jamur ini akan menghasilkan karbondioksida yang menyebabkan adonan kue mengembang. Jika dituliskan reaksi kimia yang terjadi pada proses pembuatan kue diatas adalah
3. Tomat *flavr savr* merupakan salah satu jenis tomat hasil dari proses rekayasa genetika. Tomat ini tahan busuk dan telah memberikan kontribusi yang besar di bidang pertanian. Buah tomat ini direkayasa dengan cara menyisipkan gen sehingga buah tomat tersebut tidak cepat membusuk. Selain dampak positif dari hasil bioteknologi tersebut ternyata penggunaan produk ini dikhawatirkan juga menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia yaitu
4. Daniel sedang melakukan sebuah eksplorasi ke sebuah hutan di pedalaman Sumatera, pada saat perjalanannya dia menemukan sebuah spesies tumbuhan langka dan sudah termasuk kedalam kategori tumbuhan yang terancam punah. Daniel berencana ingin melestarikan jenis tumbuhan tersebut. Cara yang tepat untuk mengembangkan jenis tumbuhan tersebut adalah

Daftar pustaka

Wardani, Krisna Agustin. 2017. Pengantar Biotenologi. Malang: UB Press

Di ambil dari web dengan alamat

<https://www.ruangguru.com/blog/pts-9-smp>

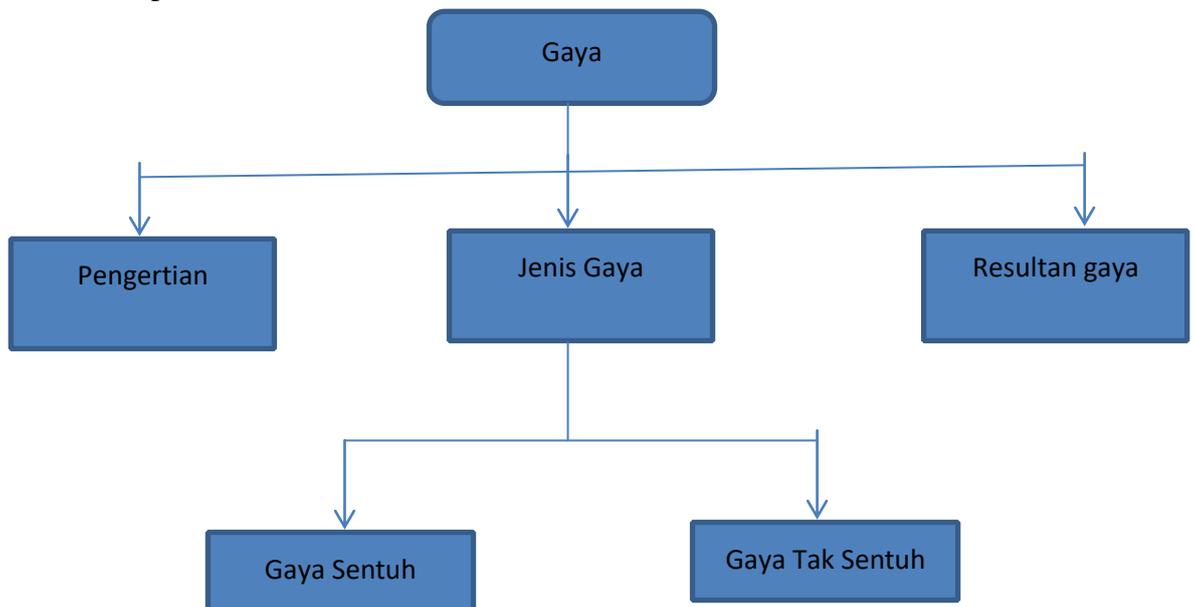
BAB IV

Gaya, Energi, dan Aplikasinya pada pesawat sederhana

Kompetensi yang diharapkan:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis gaya, penjumlahan gaya dan pengaruhnya pada suatu benda yang dikenai gaya.

Peta Konsep



A. Pengertian gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan yang menyebabkan perubahan gerak atau benda. Gaya merupakan besaran vector dengan lambang F .

Rumus gaya adalah sebagai berikut :

$$F = m \times a$$

F = gaya (N atau dyne)

m = masa benda (kg)

a = percepatan (m/s)

1. Jenis gaya

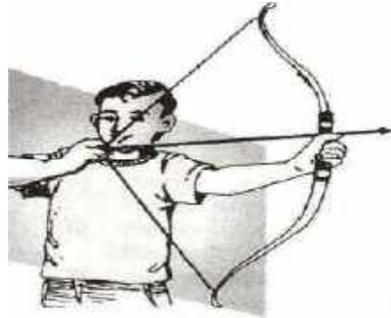
Secara garis besar, gaya dapat dibedakan menjadi dua yaitu

a. Gaya sentuh

Misalnya gaya otot, gaya pegas, dan gaya gesek.

1) Gaya Pegas

Gaya pegas adalah gaya tarik yang ditimbulkan oleh pegas. Pada karet gelang yang diregangkan dan pada pegas yang diregangkan atau dimampatkan, akan timbul gaya kearah benda yang merenggangkannya atau memampatkannya. Gaya yang timbul tersebut disebut *gaya pegas*.



Gambar 3.9 Gaya pegas pada busur panah

Gaya pegas timbul karena adanya sifat elastik/sifat lenting pegas/karet gelang. Sifat elastik ini dimiliki oleh benda yang apabila diubah bentuknya kemudian dilepaskan, maka benda itu akan kembali ke keadaan/bentuk semula. Oleh karena gaya pegas disebabkan oleh sifat elastik atau sifat lenting pegas atau karet gelang maka gaya pegas juga disebut *gaya elastik* atau *gaya lenting*.

Gaya pegas selalu terjadi pada benda-benda lenting yang bentuknya diubah. Misalnya gaya pegas timbul pada bambu yang dibengkokkan atau busur panah yang ditarik. Gaya pegas dimanfaatkan antara lain untuk mengurangi pengaruh dari getaran pada jalan yang kasar, misalnya pada sepeda motor, mobil, dokar atau sepeda.

2) Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi karena bersentuhannya dua permukaan benda. Contoh gaya gesek adalah gaya yang bekerja pada

rem sepeda. Pada saat akan berhenti, karet rem pada sepeda akan bersentuhan dengan pelek sepeda sehingga terjadi gesekan yang menyebabkan sepeda dapat berhenti ketika dilakukan pengereman. Gaya gesek akan terjadi apabila dua buah benda saling bersentuhan dan bergerak berlawanan arah, relatif satu dengan yang lain. Gaya gesek yang melawan atau menahan gaya tarik/dorong berbeda-beda besarnya. Besar gaya gesek tergantung pada keadaan permukaan benda yang saling bersentuhan. Pada permukaan yang licin besar gaya gesekan lebih kecil daripada gaya gesek yang terjadi pada permukaan yang kasar.



Gambar 3.8 Gaya gesek antara ban mobil dan jalan

Selain itu, besar gaya gesek juga tergantung pada berat ringannya benda yang bergesekan. Menarik/mendorong kursi lebih mudah daripada menarik/mendorong meja. Hal ini menunjukkan bahwa besar gaya gesek pada benda yang ringan lebih kecil daripada besar gaya gesekanada benda yang lebih berat. Selain terjadi antara dua permukaan benda padat yang bersentuhan, gaya gesek juga dapat terjadi antara benda padat dengan zat alir (benda cair atau gas) atau antara lapisanlapisan zat alir itu sendiri. Besar gaya gesek pada benda padat yang bergerak di dalam zat alir (cair/gas) tergantung pada laju benda dan luas penampang (penampang lintang) yang berpapasan dengan zat alir. Semakin besar laju benda dalam zat alir, maka semakin besar gaya gesekannya. Demikian juga pada luas permukaan, semakin luas permukaan benda yang berpapasan dengan zat alir, semakin besar gaya geseknya.

Dalam kehidupan sehari-hari gaya gesek dapat merugikan tetapi dapat juga menguntungkan. Untuk memudahkan mendorong lemari di atas lantai kita menginginkan gaya gesek yang kecil. Akan tetapi jika kita berjalan di atas lantai kita membutuhkan gaya gesekan yang besar. Jika tidak, maka kita akan terpeleset.

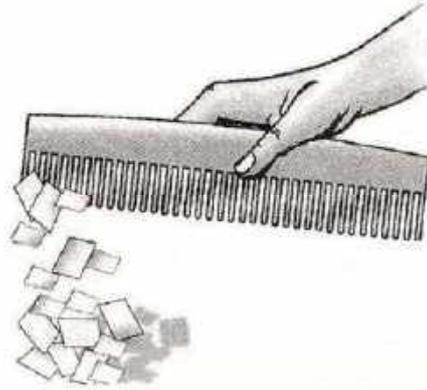
Contoh gaya gesek yang merugikan, antara lain: 1) gesekan pada kontak dua roda gigi, 2) gesekan antara poros yang bergerak dengan bantalannya, dan 3) gesekan antara torak (piston) dengan silinder. Gesekan yang terjadi pada bagian-bagian mesin ini dapat di kurangi dengan cara memberikan minyak pelumas. Contoh gaya gesekan yang menguntungkan, antara lain: 1) gesekan pada sistem rem. Sistem rem ini memanfaatkan gaya gesekan, yaitu gesekan antara firodo (bahan asbes yang kasar) dengan rodanya sendiri, 2) gesekan antara mesin gerinda dengan perkakas yang di asah. Perkakas yang di asah atau di haluskan dengan mesin gerinda memanfaatkan gaya gesek batu gerinda yang berputar dengan benda yang di asah.

b. Gaya tak sentuh

Misalnya gaya listrik, gaya tekan, gaya magnet, gaya gravitasi dan gaya berat.

1) Gaya Listrik

Gaya listrik merupakan gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik suatu benda. Contoh gaya listrik terjadi ketika sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering dapat menarik potonganpotongan kertas kecil.



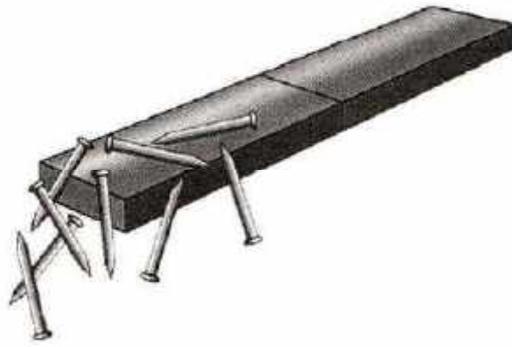
Gambar 3.11 Gaya listrik

Sisir plastik yang telah digosok-gosokkan pada rambut kering akan bermuatan listrik, sehingga penggaris dapat menarik serpihan kertas tersebut. Gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik disebut *gaya listrik statis*.

Di sekitar benda bermuatan listrik terdapat medan listrik, demikian juga halnya dengan benda yang bermuatan listrik statis (tidak mengalir). Medan listrik merupakan daerah di sekitar benda bermuatan listrik, di mana gaya listrik berupa tarikan masih bekerja. Benda-benda tertentu yang berada di dalam medan listrik akan ditarik oleh benda bermuatan listrik tersebut. Jika suatu benda berada di dalam medan listrik, maka akan terjadi proses perpindahan muatan listrik. Gaya listrik statis dimanfaatkan untuk membersihkan debu pada kursi beludru, baju wol, lantai berkarpet, dan lain-lain.

2) Gaya Magnet

Magnet memiliki gaya tarik terhadap benda-benda tertentu. Gaya tarik ini disebut *gaya magnet*. Gaya magnet merupakan gaya yang ditimbulkan oleh tarikan atau dorongan dari magnet. Contoh gaya magnet adalah, tertariknya paku ketika didekatkan dengan magnet. Gaya magnet dapat menarik benda-benda, yang terbuat dari besi dan baja.



Gambar 3.10 Gaya magnet

Benda-benda dapat tertarik oleh magnet jika masih berada dalam medan magnet. Di sekitar magnet terdapat medan magnet, yaitu daerah di sekitar magnet dimana gaya magnet masih bekerja. Sebuah benda yang berada di dalam medan magnet akan dipengaruhi medan magnet tersebut sehingga bersifat seperti magnet, oleh karena itu benda tersebut akan tarik menarik dengan magnet. Tidak semua benda yang berada di dalam medan magnet akan dipengaruhi dan ditarik oleh magnet, tetapi hanya benda-benda yang terbuat dari besi dan baja. Gaya magnet banyak dimanfaatkan pada peralatan listrik seperti pada relai telepon, bel listrik, pintu lemari es, dan tutup kotak pensil.

Alat ukur gaya

Alat yang digunakan untuk mengukur gaya disebut dengan neraca pegas atau *dynamometer*.

Resultan gaya

Resultan gaya adalah penjumlahan dari gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda.

Resultan gaya dilambangkan dalam huruf R. Resultan gaya terbagi menjadi dua jenis yaitu

a) Resultan gaya searah

Pada resultan gaya ini gaya bekerja pada arah yang sama. Berikut ini adalah gambar dari resultan gaya searah.



Secara matematis, besarnya resultan gaya pada resultan gaya searah dapat ditulis sebagai berikut

$$R = \Sigma F = F_1 + F_2$$

b) Resultan gaya berlawanan arah

Pada resultan gaya ini gaya bekerja dengan arah yang berlawanan. Berikut ini adalah gambar dari resultan gaya berlawanan arah.



Secara matematis, besarnya resultan gaya pada resultan gaya berlawanan arah dapat ditulis sebagai berikut

$$R = \Sigma F = F_1 - F_2$$

1. Pada sebuah benda bekerja tiga gaya masing-masing sebesar 15 N, 8 N, dan 10 N segaris kerja dan searah. Tentukan besar resultan gaya dari ketiga gaya tersebut ?

Penyelesaian:

Diketahui : $F_1 = 15 \text{ N}$

$$F_2 = 8 \text{ N}$$

$$F_3 = 10 \text{ N}$$

Ditanyakan : $R = \dots ?$

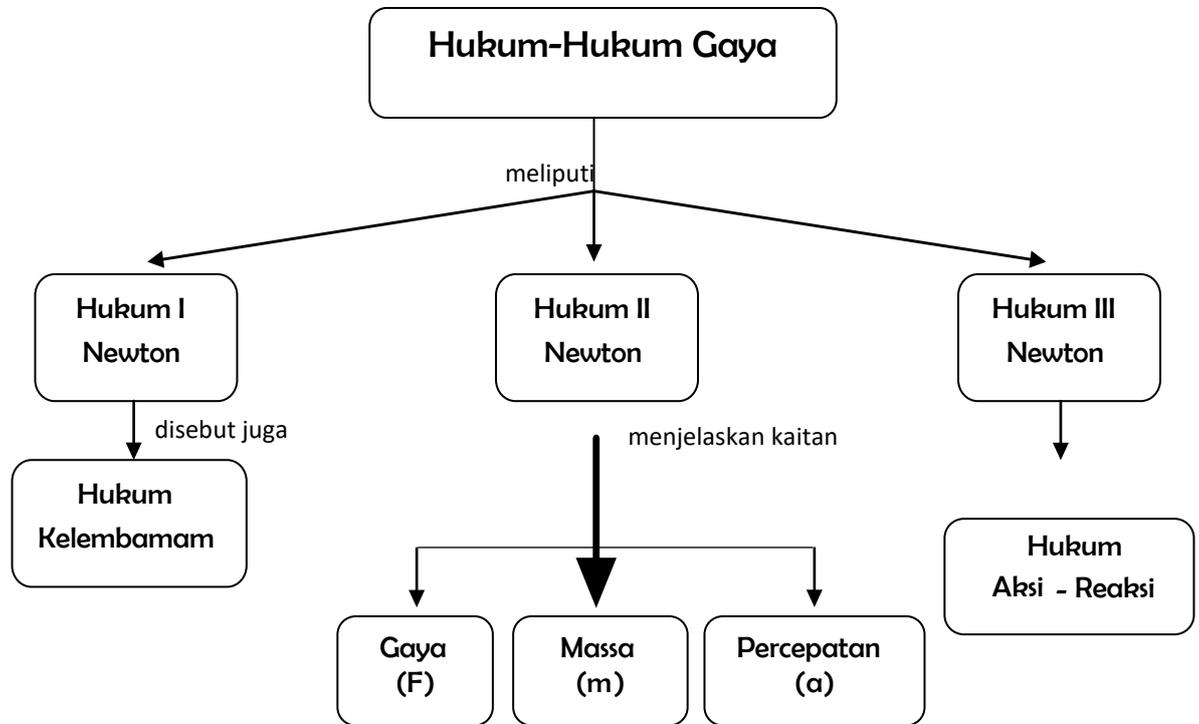
$$\text{Jawab : } R = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 15 \text{ N} + 8 \text{ N} + 10 \text{ N}$$

$$= 33 \text{ N}$$

Jadi, besar resultan gaya tersebut adalah 33 N.

2. Menerapkan hukum Newton untuk menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari-hari.



Hukum gerak Newton adalah hukum sains yang ditemukan oleh Sir Isaac Newton mengenai sifat gerak benda. Hukum-hukum ini dasar dari mekanika klasik. Newton merumuskan hukum-hukum gerak yang sangat luar biasa. Newton menemukan bahwa semua persoalan gerak di alam semesta dapat diterangkan dengan hanya tiga hukum yang sederhana.

a. Hukum I Newton

Hukum I Newton tentang gerak merupakan kesimpulan dari pengamatan-pengamatan Newton pada benda-benda yang mengalami gaya seimbang atau resultan gaya yang bekerja padanya sama dengan nol. Sebagian dari hukum I Newton menyatakan bahwa “ Suatu benda yang dalam keadaan diam akan tetap diam jika tidak terdapat resultan gaya yang bekerja pada benda’ . Hal ini sesungguhnya telah banyak kita amati dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya apabila Anda naik sebuah bus, kemudian bus itu tiba-tiba di rem, kamu akan terdorong ke depan. Bagaimana apabila bus tersebut maju tiba-tiba? Tentu Anda akan terdorong ke belakang.

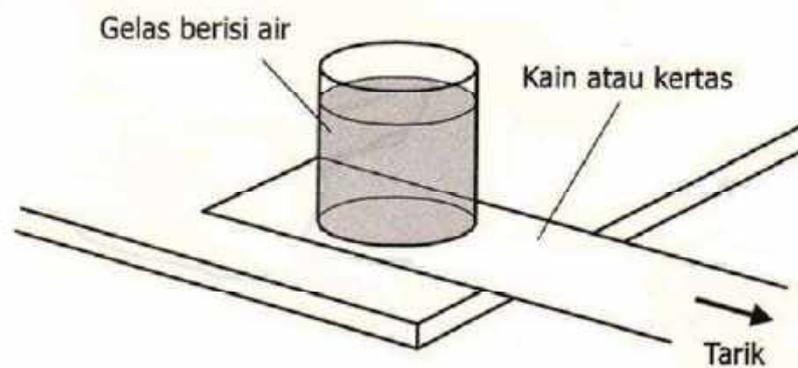
Kegiatan Percobaan

Kegiatan ini bertujuan untuk membuktikan sifat kelembaman Alat dan bahan:

- Meja
- Gelas kimia (atau gelas lain yang memiliki dasar yang rata)
- Air
- Lembar kain panjang dan sempit tanpa klim/pelipit (atau Kertas HVS)

Langkah kerja:

1. Isi gelas dengan air dan yakinkan bahwa bagian luar gelas kering sekali
2. Gunakan permukaan meja yang licin, bersihkan dan keringkan permukaan meja tersebut, letakkan gelas kimia berisi air tersebut di dekat tepi meja di atas lembar kain atau kertas HVS
3. Tarik lembar kain atau kertas HVS perlahan-lahan sampai gelas berada lebih kurang 2 cm dari pinggir meja, kemudian tarik kain atau kertas HVS dengan hentakkan mendadak (jangan ragu-ragu!!).



Pertanyaan:

1. Mengapa gelas kimia tidak jatuh dari meja?
2. Mengapa gelas kimia hanya bergerak sedikit saja ke arah pinggir meja?
3. Apa fungsi air di dalam gelas kimia?
4. Kejadian-kejadian apa dalam kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan prinsip yang diamati pada percobaan ini?

Percobaan di atas memperlihatkan bahwa dengan menarik kain atau kertas, gelas juga akan tertarik bersamanya. Tarikan yang perlahan-lahan memberikan gaya gesek antara gelas dan kain yang cukup besarnya sehingga gelas tetap berada di atas kain. Air di dalam gelas untuk menambah massa pada gelas. *Makin besar massa benda makin besar inersianya dan makin besar kecenderungannya untuk*

tetap diam atau bergerak lurus beraturan. Tambahan air ini membuat percobaan lebih mudah berhasil. Permukaan meja dan dasar gelas perlu licin dan kering, sehingga terdapat gesekan minimum ketika kain atau kertas ditarik dari bawah gelas. Contoh kejadian dalam kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan prinsip yang diamati pada percobaan ini adalah ketika memindahkan kerikil atau material berat lain dengan sekop dari suatu tempat ke tempat lain: kita tarik sekop dengan mendadak atau memasukkan sekop ke dalam tumpukan kerikil.

Dari kegiatan tersebut, jika suatu benda yang sedang diam memiliki kecenderungan untuk diam. Benda yang sedang bergerak cenderung untuk terus bergerak. Hal ini sesuai dengan sifat benda yaitu sifat lembam (malas). Untuk benda yang bergerak terus, Anda dapat melihatnya pada contoh berikut.

Ketika Anda mendorong sebuah balok di atas meja yang permukaannya datar Anda akan melihat bahwa balok tersebut akan cenderung bergerak dan kemudian berhenti. Akan tetapi, pada saat permukaan meja tersebut diperhalus, balok akan cenderung terus bergerak. Kejadian tersebut dipelajari kali pertama oleh Sir Issac Newton dan dinyatakan sebagai Hukum I Newton yang menyatakan bahwa "*suatu benda akan tetap diam atau tetap bergerak lurus beraturan jika resultan gaya yang bekerja pada benda itu sama dengan nol*". Hukum I Newton dirumuskan sebagai berikut

$$\Sigma F = 0 \dots\dots\dots (3.1)$$

Prinsip inilah yang menyebabkan Anda terdorong ke depan ketika bus tiba-tiba direm atau terdorong ke belakang ketika bus bergerak maju secara mendadak. Keadaan tersebut berhubungan dengan sifat kelembaman diri Anda. Oleh sebab itu, Hukum I Newton dikenal dengan hukum kelembaman (inersia), yaitu sifat kecenderungan untuk mempertahankan keadaan suatu benda.

b. Hukum II Newton

Bagaimanakah akibatnya pada suatu benda apabila resultan gaya yang bekerja padanya tidak sama dengan nol? Tentu hanya ada satu kemungkinan, benda pasti akan bergerak. Gerak apakah itu? Pada suatu saat anda terpaksa harus mendorong mobil. Apa yang terjadi jika Anda mendorong sendirian? Bagaimana halnya jika yang mendorong menjadi dua atau tiga orang? Adakah perbedaan mendorong mobil dalam keadaan penuh muatan dengan mobil yang kosong?

Apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tidak sama dengan nol tetapi konstan, benda akan bergerak lurus berubah beraturan. Benda yang bergerak lurus berubah beraturan kecepatannya berubah secara beraturan sehingga mengalami percepatan yang tetap. Ketika Anda mendorong mobil seorang diri, tentu mobil tersebut bergerak lambat. Beda halnya ketika Anda bersama teman-teman mendorongnya, mobil tersebut lebih mudah lagi bergerak. Hal ini terjadi karena gaya yang diberikan terhadap mobil oleh Anda sendiri lebih kecil dibandingkan ketika Anda dibantu teman-teman Anda. Dengan demikian, mobil lebih mudah digerakkan karena percepatannya lebih besar. Besarnya percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gayanya. Semakin besar resultan gaya yang bekerja pada suatu benda, percepatannya akan semakin besar. Apabila percepatan disimbolkan dengan a dan resultan gaya disimbolkan dengan ΣF , dapat dituliskan

$$a \propto \Sigma F \dots\dots\dots (3.2)$$

Suatu benda memiliki sifat kelembaman yang selanjutnya disebut massa kelembaman. Massa kelembaman ini sangat memengaruhi percepatan gerak suatu benda.

Jika suatu benda yang sedang bergerak dengan percepatan tertentu Anda tambahkan massa kelembamannya, percepatan benda akan semakin kecil. Hal ini membuktikan bahwa percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda. Untuk resultan gaya tetap yang bekerja pada suatu benda dengan massa semakin besar, semakin kecil percepatan yang terjadi. Apabila massa kelembaman benda disimbolkan dengan m , diperoleh hubungan percepatan dan massa sebagai berikut.

$$a \propto \frac{1}{m} \dots\dots\dots (3.3)$$

Gejala-gejala tersebut telah dipelajari sebelumnya oleh Newton sehingga menghasilkan Hukum II Newton, yang menyatakan bahwa jika resultan gaya yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, benda akan bergerak dengan percepatan yang besarnya sebanding dengan resultan gayanya dan berbanding terbalik dengan massa kelembamannya. Secara matematis dituliskan

$$a = \frac{\Sigma F}{m} \text{ atau } \Sigma F = ma \dots\dots\dots (3.4) \text{ dengan: } a = \text{percepatan (m/s}^2\text{)}$$

ΣF = resultan gaya (N)

m = massa (kg)

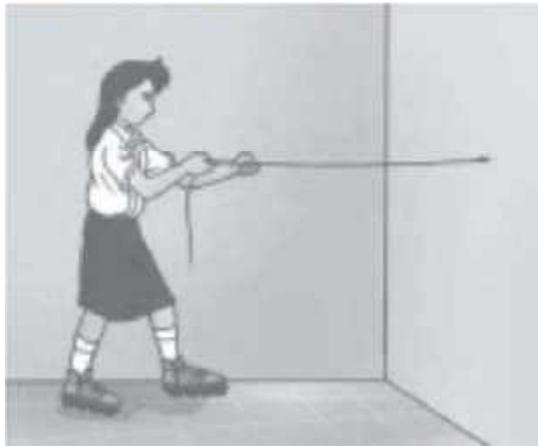
Persamaan tersebut merupakan ungkapan matematis dari Hukum II Newton, yang menyatakan:

“ Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sebanding dan searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda”.

Untuk benda yang bergerak dengan gaya yang bekerja $\Sigma F = \text{konstan}$, $a = \text{konstan}$. Artinya, benda mengalami gerak lurus berubah beraturan.

c. Hukum III Newton

Apabila Anda memiliki sepatu roda, coba Anda lakukan kegiatan sederhana untuk menggali konsep Hukum III Newton. Caranya, pakailah sepatu roda, ikatkan sebuah tali pada dinding, lalu tariklah tali tersebut, seperti pada Gambar 3.15. Amati apa yang terjadi! Mengapa dapat terjadi demikian ?



Gambar 3.15. Pembuktian Hukum III Newton.

Apabila Anda tarik dinding melalui tali, ternyata Anda tertarik oleh dinding. Seolah-olah ada gaya yang menarik Anda ke dinding sebagai reaksi dari gaya tarik yang Anda berikan. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa apabila Anda memberikan gaya aksi pada suatu benda, ternyata benda tersebut akan mengadakan gaya reaksi yang arahnya berlawanan.

Secara matematis Hukum III Newton dapat ditulis sebagai berikut.

Gaya aksi = – Gaya reaksi

$$F_{aksi} = - F_{reaksi} \dots\dots\dots(3.6)$$

Gaya aksi dan reaksi tersebut memiliki besar yang sama, tetapi berlawanan arah dan bekerja pada dua benda yang berbeda.

Newton menyatakan pasangan aksi-reaksi ini dalam Hukum III Newton yang berbunyi:

Untuk setiap gaya aksi yang dilakukan selalu ada gaya reaksi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan atau gaya interaksi antara dua buah benda selalu sama besar tetapi arahnya berlawanan.

3. Menjelaskan hubungan bentuk energy dan perubahannya, prinsip “usaha dan energi” serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

1. Pengertian Energi

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha/kerja.

Satuan energi dalam SI → Joule (J)

Satuan energi lain :

→ 1 Kalori = 4,2 joule

→ 1 Joule = 0,24 kalori

2. Bentuk-bentuk Energi

- a) Energi Kimia, Energi yang terkandung dalam zat, misal makanan bahan baker dan aki
- b) Energi Listrik, Energi yang berasal dari listrik
- c) Energi cahaya, Energi yang berasal dari pancaran gelombang elektromagnetik, missal matahari dan lampu pijar
- d) Energi bunyi yaitu energi yang dihasilkan dari benda yang bergetar, missal gitar yang dipetik atau bel listrik
- e) Energi Nuklir, Energi yang berasal dari reaksi pembelahan atom (reaksi fisi) dan reaksi penggabungan atom (reaksi fusi)
- f) Energi Mekanik. Energi yang dimiliki benda karena sifat benda jatuh, missal air terjun

3. Perubahan bentuk Energi

- a) Energi Panas menjadi Energi Cahaya

Contoh : - api unggun

- lampu pijar
- b) Energi Kimia menjadi Energi Gerak
Contoh : - Generator
- Mainan mobil-mobilan
- c) Energi Gerak menjadi Energi Listrik
Contoh : - Generator
- PLTA
- d) Energi Listrik menjadi Energi Bunyi
Contoh : - Bel Listrik
- e) Energi Listrik menjadi Energi Panas
Contoh : - Setrika Listrik
- Solder
- MagicCom, dll

4. Energi Potensial

Adalah energi yang dimiliki benda karena posisi benda tersebut dengan adanya gaya tarik bumi atau gravitasi

- Contoh :
- batu yang berada diatas bukit
 - buah kelapa

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

E_p = Energi potensial (Joule)
 m = massa benda (kg)
 g = percepatan gravitasi bumi (10 m/s^2)
 h = ketinggian benda (m)

5. Energi Kinetik

Adalah energi yang dimiliki benda yang bergerak

- Contoh : - mobil yang sedang bergerak

4. Menunjukkan penggunaan beberapa pesawat sederhana.

Menyelesaikan masalah secara kuantitatif sederhana yang berhubungan dengan pesawat sederhana.

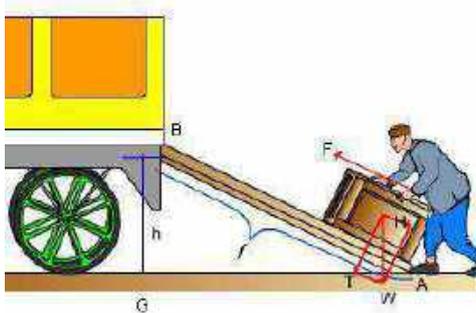
Pengertian Pesawat Sederhana

Pesawat sederhana merupakan peralatan sederhana dan praktis yang digunakan untuk mempermudah melakukan pekerjaan.

Jenis-jenis Pesawat Sederhana

1. Bidang Miring

Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang digunakan untuk memindahkan benda dengan lintasan yang miring. Dengan menggunakan bidang miring beban yang berat dapat dipindahkan dengan lebih mudah, hal ini artinya gaya yang kita keluarkan menjadi lebih kecil bila dibandingkan tidak menggunakan bidang miring. Semakin landau bidang miring semakin ringan gaya yang harus dikeluarkan.



Keterangan :

B = Gaya berat beban (Benda yang akan dipindahkan)

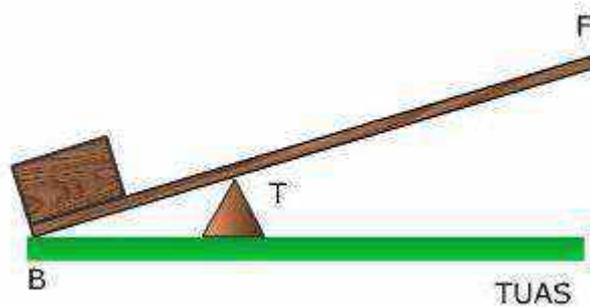
F = Gaya (Gaya yang diperlukan untuk memindahkan beban) gaya berat beban

S = Panjang Lintasan miring (Jarak antara ujung-ujung lintasan miring)

h = Ketinggian tempat (Jarak antara lantai dengan tempat tang akan digunakan untuk meletakkan beban)

2. Tuas

Saat kita ingin memindahkan barang atau batu supaya tenaga yang dikeluarkan tidak terlalu banyak maka kita dapat menggunakan tuas. Tuas kayu atau apapun yang menggunakan prinsip seperti timbangan untuk mengimbangi berat benda dengan gaya yang digunakan untuk mengungkit benda tersebut.



Keterangan :

T = Penyangga/penumpu/titik tumpu

B = Titik beban, ujung yang digunakan untuk meletakkan benda yang akan diangkat

F = Titik kuasa, ujung pengungkit yang diberi gaya kuasa untuk mengangkat beban

Dengan menggunakan tuas semakin jauh jarak kuasan terhadap titik tumpu, maka semakin kecil gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban.

Jenis Tuas

Berdasarkan letak titik tumpunya, tuas dapat dikelompokkan menjadi 3 kelas, yaitu:

- Tuas Kelas Pertama

Tuas kelas pertama yaitu tuas yang memiliki titik tumpu berada diantara titik kuasa F dan titik beban B.

Contohnya : gunting, palu, dan lain-lain.

- Tuas Kelas Kedua

Tuas kelas kedua yaitu tuas yang memiliki titik beban berada diantara titik kuasa F dan titik tumpu T atau bebannya diletakkan diantara titik tumpu dan titik kuasa.

Contohnya : gerobak dorong, pembuka botol, pemecah biji, alat pemotong kertas, dan lain-lain.

- Tuas Kelas Ketiga

Tuas yang titik kuasa F posisinya berada diantara titik tumpu T dan titik beban B.

Contohnya : penjepit, pinset, tangan memegang beban, dan lain-lain.

3. Katrol

Katrol merupakan pesawat sederhana berupa roda yang dikelilingi rantai atau tali. Kegunaan katrol untuk mengangkat beban atau menarik suatu benda. Seperti halnya tuas, katrol juga memiliki kuasa, beban, dan titik tumpu. Dengan demikian, katrol juga memiliki keuntungan mekanis.

Keuntungan mekanik merupakan perbandingan antara lengan kuasa dan lengan beban disebut keuntungan mekanis.

$$KM = \frac{W}{F}$$

Keterangan :

KM = Keuntungan Mekanis

W = Berat Beban (N)

F = Gaya yang diberikan (N)

I = panjang lintasan bidang miring (m)

h = tinggi bidang miring (m)

SOAL

1. Mengapa kelereng/bola yang digelindingkan di atas lantai. Lama kelamaan akan berhenti?
2. Mengapa kegiatan menarik/mendorong meja di lantai dalam kelas lebih mudah daripada menarik/mendorongnya di atas tanah di halaman sekolah?
3. Sebutkan tiga macam benda yang mempunyai sifat lesting atau sifat elastis. Bagaimana caranya agar gaya pegas dapat muncul pada benda-benda tersebut. Tentukan apakah gaya pegas yang muncul berupa tarikan atau dorongan.
4. Perhatikan gambar gaya berikut.



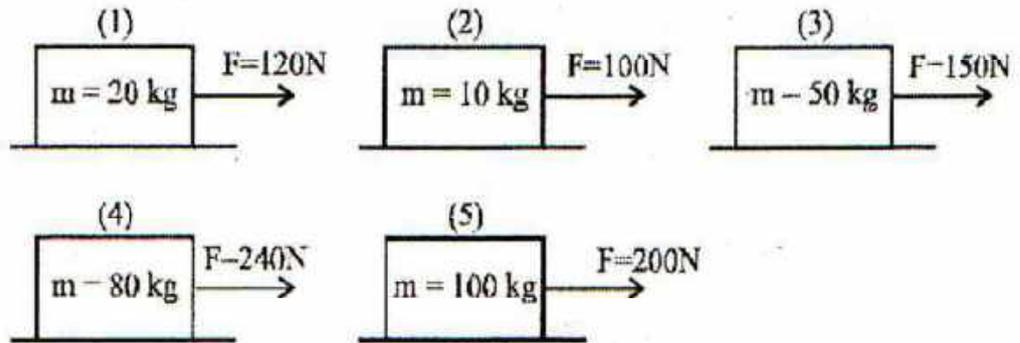
- A. Manakah yang memberikan gaya yang lebih besar.
 - B. Jelaskan peristiwa yang akan terjadi pada benda tersebut.
5. Seekor kerbau ditarik melalui tali oleh dua orang penggembala dengan gaya masingmasing 60 N dan 40 N. Gambarkan dan hitung resultan gaya dua orang tersebut jika:
 - A. kedua gaya orang tersebut searah
 - B. kedua gaya orang tersebut berlawanan arah
 6. Jika resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, maka:
 - (1) benda tidak akan dipercepat
 - (2) benda selalu diam
 - (3) perubahan kecepatan benda nol
 - (4) benda tidak mungkin bergerak lurus beraturan

Pernyataan yang benar ditunjukkan oleh nomor

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

7. Sebuah benda pada saat $t = 0$ detik bergerak dengan kecepatan 50 m/s. Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka kecepatan benda tersebut setelah bergerak selama 10 detik adalah ...
- 5000 m/s
 - 500 m/s
 - 50 m/s
 - 5 m/s
8. Benda bermassa 15 kg diletakkan di lantai licin dengan gaya gesek diabaikan. Jika benda tersebut ditarik gaya mendatar sebesar 6 N, maka percepatan benda adalah
- $0,4 \text{ m/s}^2$
 - $2,5 \text{ m/s}^2$
 - $9,0 \text{ m/s}^2$
 - $12,5 \text{ m/s}^2$
9. Balok bermassa 50 kg diletakkan di atas lantai mendatar yang licin, kemudian ditarik oleh gaya 75 N mendatar ke kanan dan ditarik gaya 40 N mendatar ke kiri. Balok tersebut bergerak dengan percepatan
- $0,7 \text{ m/s}^2$ ke kiri
 - $0,7 \text{ m/s}^2$ ke kanan
 - $0,8 \text{ m/s}^2$ ke kiri
 - $0,8 \text{ m/s}^2$ ke kanan
10. Berat benda yang massanya 5 kg di suatu tempat yang percepatan gravitasinya 10 m/s^2 adalah
- 20 N
 - 30 N
 - 40 N
 - 50 N

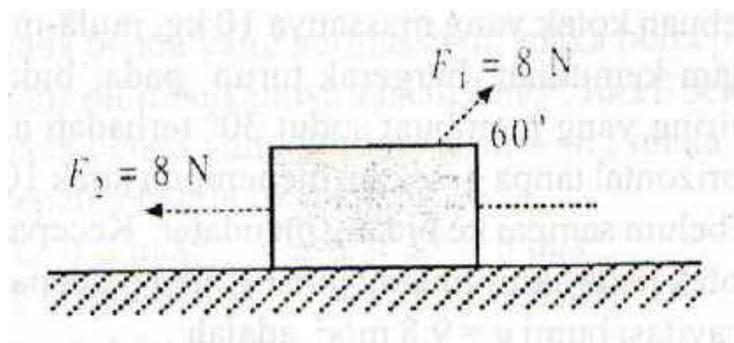
11. Perhatikan gambar berikut!



Gambar di atas menunjukkan lima buah benda, di bergaya yang berbeda beda. Percepatan benda yang paling besar adalah gambar nomor

- (1)
- (2)
- (3) dan (4)
- (5)

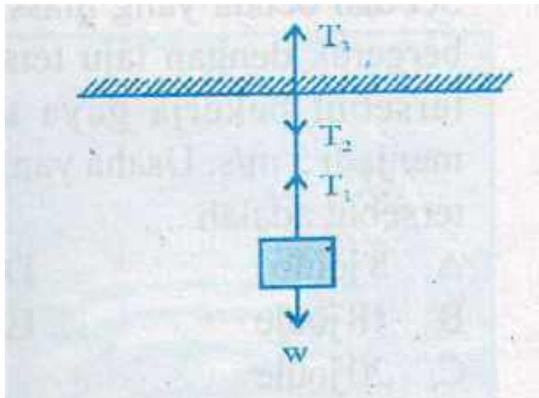
12. Perhatikan gambar berikut!



Sebuah balok bermassa 2 kg terletak pada bidang datar licin ditarik dengan gaya F_1 dan F_2 seperti gambar. Besar dan arah percepatan yang bekerja pada benda adalah

- 1 m/s^2 ke kiri
- 1 m/s^2 ke kanan
- 2 m/s^2 ke kiri
- 2 m/s^2 ke kanan

13. Seseorang bergerak dalam kendaraan yang sedang bergerak, tiba-tiba kendaraan tersebut direm hingga berhenti, maka orang tersebut akan mendapatkan gaya dorong arah ke depan, hal ini sesuai dengan
- gravitasi Newton
 - hukum I Newton
 - hukum II Newton
 - hukum III Newton
14. Pernyataan berikut adalah pasangan aksi-reaksi, *kecuali*
- gaya tolak-menolak antara 2 benda bermuatan listrik senama
 - gaya tolak-menolak antara 2 kutub magnet senama
 - gaya tarik menarik bumi-bulan
 - gaya berat dan gaya normal sebuah benda di meja
15. Perhatikan gambar di bawah ini!



Berdasarkan gambar di atas, yang merupakan pasangan gaya aksi dan gaya reaksi adalah....

- T_2 dan T_3
- T_2 dan T_1
- T_1 dan w
- T_1 dan T_3

16. Suatu kemampuan untuk melakukan kerja (usaha) disebut ...
- Usaha
 - Gaya
 - Energi
 - Daya
17. Contoh perubahan energi kinetic, menjadi listrik menjadi cahaya dijumpai pada alat.....
- Solder listrik
 - Lampu listrik
 - Bel listrik
 - Dinamo sepeda
18. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, pernyataan ini dikenal dengan.....
- Hukum kekekalan energi
 - Hukum termodinamika
 - Hukum azas black
 - Hukum Coulomb
19. Energi yang dimiliki suatu benda karena ketinggiannya terhadap benda lain disebut energi
- Gerak
 - Kinetik
 - Mekanik
 - Potensial
20. Sebuah benda yang massanya 2 Kg di lempar ke atas sampai ketinggian 20 m , jika percepatan gravitasi di tempat itu 10 m/s^2 , maka energi potensial benda
- 32 joule
 - 200 joule

- c. 50 joule
- d. 400 joule

21. Energi kinetic adalah

- a. Energi benda karena gerakanya.
- b. Energi benda karena jaraknya
- c. Energi benda karena kedudukannya
- d. Energi benda karena massanya

22. Energi kinetic suatu benda yang bergrrak 400 joule, Jika massanya 2 Kg, kecepatan benda tersebut adalah

- a. 20 m / s
- b. 200 m / s
- c. 40 m / s
- d. 800 m / s

23. Pengerian energi mekanik adalah

- a. Besar energi potensial suatu benda
- b. Besar energi kinetic suatu benda
- c. Besar energi kinetic dikurangi energi potensial
- d. Besar energi potensial ditambah energi kinetik

24. Energi kinetic suatu benda 320 j , jika benda tersebut berge- rak dengan kecepata 4 m/ s dan ketinggianya 110 m , percepatan gravitasi 10 m / s, maka besarnya. Energi mekanik benda tersebut adalah.....

- a. 400 j
- b. 3600 j
- c. 3200 j
- d. 7200 j

25. Sebuah pesawat terbang yang massanya 4000 Kg bergerak dengan kecepatan 150 m /s pada ketinggian 200 m. Besar energi mekanik pesawat tersebut adalah.....
- a. 4350 j
 - b. $5,3 \times 10^6$ j
 - c. 5000 j
 - d. $5,3 \times 10^5$ j

DAFTAR PUSTAKA

- Douglas C Giancoli. (2016). Global Edition. Pearson.
www.pearsonglobaleditions.com
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). Fundamentals of physics. John Wiley & Sons.
- Young, H. D., Freedman, R. A., Sandin, T. R., & Ford, A. L. (1996). University Physics (9th ed.). Addison-Wesley.

BAB V

ASAM, BASA, GARAM DAN SIFATNYA PADA MAKANAN

Kompetensi :

Mengelompokan sifat larutan asam, larutan basa, dan larutan garam melalui alat dan indikator yang tepat.

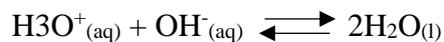
A. Asam-Basa Bronsted

1. Pasangan Asam-Basa Konjugat

Konsep pasangan Asam-Basa Konjugat dapat di definisikan sebagai suatu asam dan basa konjugatnya atau suatu basa dan asam konjugatnya. Basa konjugat dari suatu asam Bronsted ialah spesi yang tersisa ketika satu proton pindah dari asam tersebut. Sebaliknya, suatu asam konjugat dihasilkan dari penambahan sebuah proton pada basa Bronsted.

Setiap asam Bronsted memiliki satu basa konjugat, dan setiap basa Bronsted memiliki satu asam konjugat. Sebagai contoh, ion klorida (Cl^-) adalah basa konjugat yang terbentuk dari asam HCl , H_2O adalah basa konjugat dari asam H_3O^+ .

Satu kasus yang agak lain ialah NaOH , yang dapat dikatakan bukan Basa Bronsted karena tidak dapat menerima proton. Namun, NaOH ialah elektrolit kuat yang terionisasi sempurna dalam larutan. Ion Hidroksida (OH^-) hasil ionisasi itu memang disini merupakan basa Bronsted karena ion ini dapat menerima proton.



Jadi, bila kita menyebut NaOH atau Hidroksida logam lainnya sebagai basa, kita sebenarnya mengacu pada spesi OH^- yang berasal dari hidroksida.

Ion hidronium (H_3O^+) menyatakan suatu proton terhidrasi di dalam air. Dalam kenyataannya, proton ini mungkin saja berasosiasi dengan lebih dari satu molekul H_2O dan mempunyai rumus yang lebih rumit seperti H_5O_2^+ atau H_9O_4^+ . Akan tetapi, kita akan selalu menggunakan ion hidronium untuk menyatakan proton terhidrasi. Agar perhitungannya lebih sederhana kita menggunakan H^+ bila membahas konsentrasi ion hidrogen.

Ingatlah selalu bahwa baik H^+ maupun H_3O^+ menyatakan spesi yang sama dalam larutan.

2. Sifat Asam-Basa dari Air

air, sebagaimana yang kita ketahui merupakan pelarut yang unik. Salah satu sifat khasnya ialah kemampuannya untuk bertindak baik sebagai asam maupun basa. Air berfungsi sebagai basa dalam reaksi dengan asam seperti HCl dan CH_3COOH dan pelarut ini berfungsi sebagai asam dalam reaksi dengan basa seperti NH_3 . Air merupakan elektrolit yang sangat lemah dan dengan demikian merupakan penghantar listrik yang buruk, meskipun hanya terionisasi sedikit.



Reaksi ini ada kalanya disebut *autoionisasi* air. Untuk menjelaskan sifat asam-basa dari air dari sudut pandang Bronsted.

3. Hasilkali Ion dari Air

Ketika kita mempelajari reaksi asam-basa dalam larutan berair, kuantitasnya yang penting ialah konsentrasi ion hidrogen. Dengan menyatakan proton sebagai H_3O^+ atau H^+ , kita dapat menuliskan konstanta keseimbangan untuk autoionisasi air.

$$K_c = \frac{[H_3O^+][OH^-]}{[H_2O]} \quad \text{atau} \quad K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Karena fraksi molekul air yang terionisasi sangat kecil, konsentrasi air, yaitu $[H_2O]$ hampir-hampir tidak berubah. Dengan demikian :

$$K_c [H_2O] = K_w = [H^+][OH^-]$$

B. Asam

Asam merupakan salah satu penyusun dari berbagai bahan makanan dan minuman, misalnya cuka, keju, dan buah-buahan. Menurut Arrhenius, asam adalah zat yang dalam air akan melepaskan ion H^+ . Jadi, pembawa sifat asam adalah ion H^+ (ion hidrogen), sehingga rumus kimia asam selalu mengandung atom hidrogen. Ion adalah atom atau sekelompok atom yang

bermuatan listrik. Kation adalah ion yang bermuatan listrik positif. Adapun anion adalah ion yang bermuatan listrik negatif.

Sifat khas lain dari asam adalah dapat bereaksi dengan berbagai bahan seperti logam, marmer, dan keramik. Reaksi antara asam dengan logam bersifat korosif. Contohnya, logam besi dapat bereaksi cepat dengan asam klorida (HCl) membentuk Besi (II) klorida (FeCl₂).

Tabel 1. Beberapa Contoh Asam

Nama Asam	Rumus Kimia	Terdapat dalam
Asam asetat	CH ₃ COOH	Larutan cuka
Asam askorbat	C ₆ H ₈ O ₆	Jeruk, tomat, sayuran
Asam sitrat	C ₆ H ₈ O ₇	Jeruk
Asam borat	H ₂ BO ₃	Larutan pencuci mata
Asam karbonat	H ₂ CO ₃	Minuman berkarbonasi
Asam klorida	HCl	Asam lambung
Asam nitrat	HNO ₃	Pupuk, peledak TNT
Asam fosfat	H ₃ PO ₄	Deterjen, pupuk
Asam tartrat	C ₄ H ₆ O ₆	Anggur
Asam malat	C ₄ H ₆ O ₅	Apel
Asam formiat	HCOOH	Sengatan lebah
Asam laktat	C ₃ H ₆ O ₃	Keju
Asam benzoate	C ₆ H ₅ COOH	Bahan pengawet makanan

Berdasarkan asalnya, asam dikelompokkan dalam 2 golongan, yaitu asam organik dan asam anorganik. Asam organik umumnya bersifat asam lemah, korosif, dan banyak terdapat di alam. Asam anorganik umumnya bersifat asam kuat dan korosif. Karena sifat-sifatnya itulah, maka asam-asam anorganik banyak digunakan di berbagai kebutuhan manusia.

Buah yang bersifat Asam



Beberapa Sifat Asam Suatu zat dapat dikatakan asam apabila zat tersebut memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Memiliki rasa asam/masam/kecut jika dikecap.
2. Menghasilkan ion H^+ jika dilarutkan dalam air.
3. Memiliki pH kurang dari 7 ($pH < 7$).
4. Bersifat korosif, artinya dapat menyebabkan karat pada logam.
5. Jika diuji dengan kertas lakmus, mengakibatkan perubahan warna sebagai berikut.
 - Lakmus biru -> berubah menjadi warna merah.
 - Lakmus merah -> tetap berwarna merah.
6. Menghantarkan arus listrik.
7. Bereaksi dengan logam menghasilkan gas Hydrogen.

Pengelompokan Asam Berdasarkan kekuatannya, asam itu terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Asam kuat, yaitu asam yang banyak menghasilkan ion yang ada dalam larutannya (asam yang terionisasi sempurna dalam larutannya).
2. Asam lemah, adalah asam yang sedikit menghasilkan ion yang ada dalam larutannya (hanya terionisasi sebagian).

Asam juga berguna dalam kehidupan sehari-hari kita contohnya adalah sebagai berikut:

1. Proses dalam pembuatan pupuk
2. Proses dalam Pembuatan obat-obatan
3. Pembersih permukaan logam
4. Proses pembuatan Bahan peledak
5. Prose pembuatan pengawet makanan

C. Basa

Dalam keadaan murni, basa umumnya berupa kristal padat dan bersifat kaustik. Beberapa produk rumah tangga seperti deodoran, obat maag (antacid) dan sabun serta deterjen mengandung basa.

Basa adalah suatu senyawa yang jika dilarutkan dalam air (larutan) dapat melepaskan ion hidroksida (OH^-). Oleh karena itu, semua rumus kimia basa umumnya mengandung gugus OH.

Jika diketahui rumus kimia suatu basa, maka untuk memberi nama basa, cukup dengan menyebut nama logam dan diikuti kata hidroksida.

Tabel 2. Beberapa Contoh Basa

Nama Basa	Rumus Kimia Basa	Terdapat Dalam
Aluminium hidroksida	$\text{Al}(\text{OH})_3$	Deodorant, obat maag
Kalsium hidroksida	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Plester
Magnesium hidroksida	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	Obat pencahir (antacid)
Natrium hidroksida	NaOH	Sabun, pembersih saluran air

Karakteristik basa suatu zat dapat dikatakan basa jika zat tersebut punya sifat sebagai berikut :

1. Rasanya itu Pahit dan terasa licin pada kulit.
2. Apabila dilarutkan dalam air zat tersebut akan akan menghasilkan ion OH^- .
3. Memiliki pH di atas 7 ($\text{pH} > 7$).
4. Bersifat elektrolit.
5. Jika diuji menggunakan kertas lakmus akan memberikan hasil sebagai berikut:
 - Lakmus merah -> berubah warnanya menjadi biru.
 - Lakmus biru -> tetap berwarna biru

6. Menetralkan sifat asam. Pengelompokan basa Berdasarkan kemampuan melepaskan ion OH⁻, basa dapat terbagi menjadi 2 yaitu :
- Basa kuat, yaitu basa yang bisa menghasilkan ion OH dalam jumlah yang besar. Basa kuat biasanya disebut dengan istilah kausatik. Contohnya kayak Natrium hidroksida, Kalium hidroksida, dan Kalsium hidroksida.
 - Sedangkan Basa lemah, yaitu basa yang bisa menghasilkan ion OH⁻ dalam jumlah kecil. Contohnya kayak ammonia.

Penggunaan basa dalam suatu kehidupan sehari-hari :

- Bahan dalam pembuatan semen.
- Pembuatan deterjen/sabun.
- Baking soda dalam pembuatan kue.

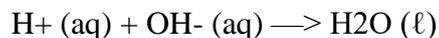
Tabel 3. Perbedaan Sifat Asam dan Basa

No.	Asam	Basa
1.	Senyawa asam bersifat korosif.	Senyawa basa bersifat merusak kulit (kaustik).
2.	Sebagian besar reaksi dengan logam menghasilkan H ₂ .	Terasa licin di tangan, seperti sabun.
3.	Senyawa asam memiliki rasa asam.	Senyawa basa terasa pahit.
4.	Dapat mengubah warna zat yang dimiliki oleh zat lain (dapat dijadikan indicator asam atau basa).	Dapat mengubah warna zat lain, (warna yang dihasilkan berbeda dengan asam).
5.	Menghasilkan ion H ⁺ dalam air.	Menghasilkan ion OH ⁻ dalam air.

D. Garam

Garam ialah zat senyawa yang telah disusun oleh ion positif (anion) basa dan ion negatif (kation) asam. Jika asam dan basa tepat habis bereaksi maka reaksinya disebut reaksi penetralan (reaksi netralisasi). Orang mengalami sakit perut disebabkan asam lambung yang meningkat. Untuk menetralkan asam lambung (HCl) digunakan antacid. Antacid mengandung basa yang dapat menetralkan kelebihan asam lambung (HCl).

Umumnya zat-zat dengan sifat yang berlawanan, seperti asam dan basa cenderung bereaksi membentuk zat baru. Bila larutan asam direaksikan dengan larutan basa, maka ion H⁺ dari asam akan bereaksi dengan ion OH⁻ dari basa membentuk molekul air.



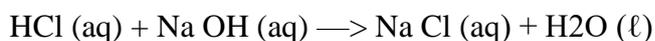
Asam Basa Air

Karena air bersifat netral, maka reaksi asam dengan basa disebut reaksi penetralan.

Ion-ion ini akan bergabung membentuk senyawa ion yang disebut garam. Bila garam yang terbentuk ini mudah larut dalam air, maka ion-ionnya akan tetap ada di dalam larutan. Tetapi jika garam itu sukar larut dalam air, maka ion-ionnya akan bergabung membentuk suatu endapan. Jadi reaksi asam dengan basa disebut juga reaksi penggaraman karena membentuk senyawa garam. Mari kita simak contoh reaksi pembentukan garam berikut!

Asam + Basa \longrightarrow Garam + Air

Asam klorida + Natrium hidroksida \longrightarrow Natrium klorida + air



Asam Basa Garam Air

Walaupun reaksi asam dengan basa disebut reaksi penetralan, tetapi hasil reaksi (garam) tidak selalu bersifat netral. Sifat asam basa dari larutan garam bergantung pada kekuatan asam dan basa penyusunnya.

Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat bersifat netral, disebut garam normal, contohnya NaCl dan KNO₃. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah bersifat asam dan disebut garam asam, contohnya adalah NH₄ Cl. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa dan disebut garam basa, contohnya adalah CH₃COONa. Contoh asam kuat adalah HCl, HNO₃, H₂SO₄. Adapun KOH, NaOH, Ca(OH)₂ termasuk basa kuat.

Tabel 4. Beberapa contoh garam

Nama Garam	Rumus	Nama Dagang	Kegunaan
Natrium klorida	NaCl	Garam dapur	Penambah rasa
Kalsium karbonat	CaCO ₃	Kalsit	Bahan cat
Kalsium nitrat	KNO ₃	Salpeter	Pupuk
Kalsium karbonat	K ₂ CO ₃	Potas	Bahan sabun
Natrium fosfat	Na ₃ PO ₄	TSP	Bahan deterjen
Amonium klorida	NH ₄ Cl	Salmoniak	Bahan baterai

Berikut ini adalah karakteristik dari garam :

1. Memiliki titik lebur yang tinggi.
2. Merupakan senyawa ionik dengan ikatan kuat.
3. Dalam bentuk leburan atau larutan dapat menghantarkan listrik.
4. Sifat larutannya dapat berupa asam, basa, atau netral. Sifat ini tergantung dari jenis asam/basa kuat pembentuknya.

Secara umum, proses pembentukan garam dirumuskan sebagai berikut :

Asam + Basa → Garam + Air

Contoh:

$2\text{Cu (s)} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{H}_2$ (logam tembaga) + (asam klorida encer) → tembaga klorida + (gas hidrogen)

Tabel 5. Reaksi kimia lain yang dapat menghasilkan garam adalah:

No	Reaksi	Hasil
1.	Asam + Basa	Menghasilkan garam + air
2.	Oksida basa + asam	Menghasilkan garam + air
3.	Oksida asam + basa	Menghasilkan garam + air
4.	Oksida asam + oksida basa	Menghasilkan garam
5.	Logam + asam	Menghasilkan garam + H ₂

E. Identifikasi Asam, Basa, dan Garam

Banyak sekali larutan di sekitar kita, baik yang bersifat asam, basa, maupun netral. Cara menentukan sifat asam dan basa larutan secara tepat yaitu menggunakan indikator. Indikator yang dapat digunakan adalah

indikator asam basa. Indikator adalah zat-zat yang menunjukkan indikasi berbeda dalam larutan asam, basa, dan garam. Cara menentukan senyawa bersifat asam, basa, atau netral dapat menggunakan kertas lakmus dan larutan indikator atau indikator alami.

1. Macam-macam Indikator Asam Basa

a. Indikator Buatan

Indikator umumnya adalah suatu asam atau basa organik lemah yang akan berubah warnanya pada harga-harga daerah pH tertentu. Akan tetapi, tidak semua indikator akan berubah warnanya pada pH dimana di perkirakan titik ekuivalen akan tercapai. Berikut daftar beberapa indikator beserta perubahan warna, pH dan daerah perubahan warnannya.

Tabel 6. Beberapa Indikator Dengan Daerah Perubahan Warnanya

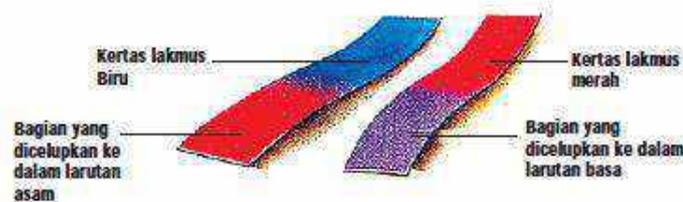
Indikator	Perubahan Warna	Daerah pH dimana Terjadi Perubahan Warna
Timol Biru	Merah–kuning	1,2– 2,8
Bromfenol biru	Kuning–biru	3,0–4,6
Merah kongo	Biru–merah	3,0–5,0
Metil jingga	Merah–kuning	3,2–4,4
Bromkresol hijau	Kuning–biru	3,8–5,4
Metil merah	Merah–kuning	4,8–6,0
Bromkresol ungu	Kuning–ungu	5,2–6,8
Bromtimol biru	Kuning–biru	6,0–7,6
Kresol merah	Kuning–merah	7,0–8,8
Timol biru	Kuning–biru	8,0–9,6
Fenolftalein	Tak berwarna–merah muda	8,2–10,00
Alizarin kuning	Kuning–merah	10,1–12

Warna kertas lakmus dalam larutan asam, larutan basa dan larutan bersifat netral berbeda. Ada dua macam kertas lakmus, yaitu

lakmus merah dan lakmus biru. Sifat dari masing-masing kertas lakmus tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Lakmus merah dalam larutan asam berwarna merah dan dalam larutan basa berwarna biru.
- 2) Lakmus biru dalam larutan asam berwarna merah dan dalam larutan basa berwarna biru.
- 3) Lakmus merah maupun biru dalam larutan netral tidak berubah warna.

Identifikasi Kertas Lakmus



b. Identifikasi Larutan Asam dan Basa Menggunakan Indikator Alami

Cara lain untuk mengidentifikasi sifat asam atau basa suatu zat dapat menggunakan indikator alami. Berbagai bunga yang berwarna atau tumbuhan, seperti daun, mahkota bunga, kunyit, kulit manggis, dan kubis ungu dapat digunakan sebagai indikator asam basa. Ekstrak atau sari dari bahan-bahan ini dapat menunjukkan warna yang berbeda dalam larutan asam basa.

Indikator Alami



Sebagai contoh, ambillah kulit manggis, tumbuklah sampai halus dan campur dengan sedikit air. Warna kulit manggis adalah ungu (dalam keadaan netral). Jika ekstrak kulit manggis dibagi dua dan masing-masing ditetaskan larutan asam dan basa, maka dalam larutan asam terjadi perubahan warna dari ungu menjadi coklat kemerahan. Larutan basa yang ditetaskan akan mengubah warna dari ungu menjadi biru kehitaman.

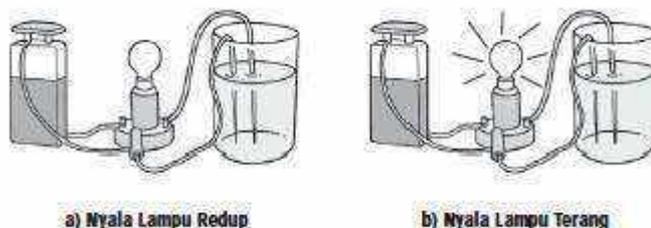
F. Penentuan Skala Keasaman dan Kebasaan

1. Kekuatan Asam dan Basa

Kekuatan suatu asam atau basa tergantung bagaimana senyawa tersebut dapat diuraikan menjadi ion-ion dalam air. Peristiwa terurainya suatu zat menjadi ion-ionnya dalam air disebut ionisasi. Asam atau basa yang terionisasi secara sempurna dalam larutan merupakan asam kuat atau basa kuat. Sebaliknya asam atau basa yang hanya terionisasi sebagian merupakan asam lemah atau basa lemah.

Jika ingin mengetahui kekuatan asam dan basa maka dapat dilakukan percobaan sederhana. Perhatikan nyala lampu saat mengadakan percobaan uji larutan elektrolit. Bila nyala lampu redup berarti larutan tergolong asam atau basa lemah, sebaliknya apabila nyala lampu terang berarti larutan tersebut tergolong asam atau basa kuat.

Uji Kekuatan Asam Basa



Asam kuat atau asam lemah pada konsentrasi yang sama menghantarkan listrik yang berbeda. Nyala lampu pada

Gambar (a) tampak redup. Ini berarti larutan yang diuji berupa asam lemah atau basa lemah. Adapun pada Gambar (b) lampu menyala terang, menandakan bahwa larutan yang diuji berupa asam kuat atau basa kuat.

2. Derajat Keasaman dan Kebasaan (pH dan pOH)

Pada dasarnya derajat/tingkat keasaman suatu larutan (pH = potenz Hydrogen)) bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. Semakin besar konsentrasi ion H^+ semakin asam larutan tersebut.

Umumnya konsentrasi ion H^+ pada larutan sangat kecil, maka untuk menyederhanakan penulisan digunakan konsep pH untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ . Nilai pH sama dengan negatif logaritma konsentrasi ion H^+ dan secara matematika dinyatakan dengan persamaan.

Derajat keasaman suatu zat (pH) ditunjukkan dengan skala 0—14.

- Larutan dengan $pH < 7$ bersifat asam.
- Larutan dengan $pH = 7$ bersifat netral.
- Larutan dengan $pH > 7$ bersifat basa.

Jumlah harga pH dan pOH = 14. Misalnya, suatu larutan memiliki pOH = 5, maka harga pH = $14 - 5 = 9$. Harga pH untuk beberapa jenis zat yang dapat kita temukan di lingkungan sehari-hari dinyatakan dalam Tabel.

Tabel Harga pH untuk Beberapa Jenis Zat

No.	Harga pH	Contoh Material
1.	1	Larutan HCl 0,1M
2.	6	Susu
3.	7	Air murni
4.	7,2	Darah
5.	14	Larutan NaOH 1 M

3. Menentukan pH Suatu Larutan

Derajat keasaman (pH) suatu larutan dapat ditentukan menggunakan indikator universal, indikator stick, larutan indikator, dan pH meter.

a. Indikator Universal.

Indikator universal merupakan campuran dari bermacam-macam indikator yang dapat menunjukkan pH suatu larutan dari perubahan warnanya. Indikator universal ada dua macam yaitu indikator yang berupa kertas dan larutan.

b. Indikator Kertas (Indikator Stick)

Indikator kertas berupa kertas serap dan tiap kotak kemasan indikator jenis ini dilengkapi dengan peta warna. Penggunaannya sangat sederhana, sehelai indikator dicelupkan ke dalam larutan yang akan diukur pH-nya. Kemudian dibandingkan dengan peta warna yang tersedia.

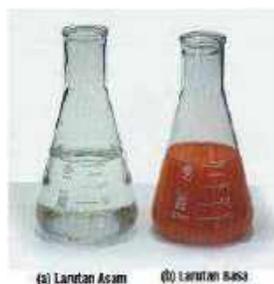
Indikator Universal



c. Larutan Indikator

Salah satu contoh indikator universal jenis larutan adalah larutan metil jingga (Metil Orange = MO). Pada pH kurang dari 6 larutan ini berwarna jingga, sedangkan pada pH lebih dari 7 warnanya menjadi kuning.

Larutan Asam Basa



Larutan Indikator



Contoh indikator cair lainnya adalah indikator fenolftalin (Phenolphthalein = pp). pH di bawah 8, fenolftalin tidak berwarna, dan akan berwarna merah anggur apabila pH larutan di atas 10.

d. pH Meter

Pengujian sifat larutan asam basa dapat juga menggunakan pH meter. Penggunaan alat ini dengan cara dicelupkan pada larutan yang akan diuji, pada pH meter akan muncul angka skala yang menunjukkan pH larutan.

pH meter digital



PH meter elektronik



Soal Evaluasi :

1. Golongkan setiap spesi berikut sebagai asam atau basa Bronsted, atau keduanya :

- a. H_2O
- b. OH^-
- c. H_3O^+
- d. NH_3^-
- e. NH_4^+
- f. NH_2^-
- g. NO_3^-
- h. CO_3^{2-}
- i. HBr
- j. HCN

2. Diketahui trayek perubahan warna dari beberapa indikator:

Indikator	Trayek $p\text{H}$	Perubahan warna
MO	3,1 - 4,4	Merah – Kuning
MM	4,4 – 6,2	Merah – Kuning
BTB	6,0 – 7,6	Kuning - Biru
PP	8,3 – 10,0	Tak berwarna - Merah

Untuk menentukan $p\text{H}$ suatu larutan dilakukan suatu percobaan dengan beberapa indikator dan diperoleh data sebagai berikut: dengan menggunakan MM berwarna jingga, dengan BTB berwarna kuning, dengan MO kuning dan dengan PP tak berwarna maka $p\text{H}$ larutan tersebut dapat diperkirakan sebesar

- a. $3,1 < p\text{H} < 4,2$
- b. $4,4 < p\text{H} < 6,0$
- c. $6,0 < p\text{H} < 6,2$
- d. $6,2 < p\text{H} < 7,6$
- e. $7,6 < p\text{H} < 8,3$

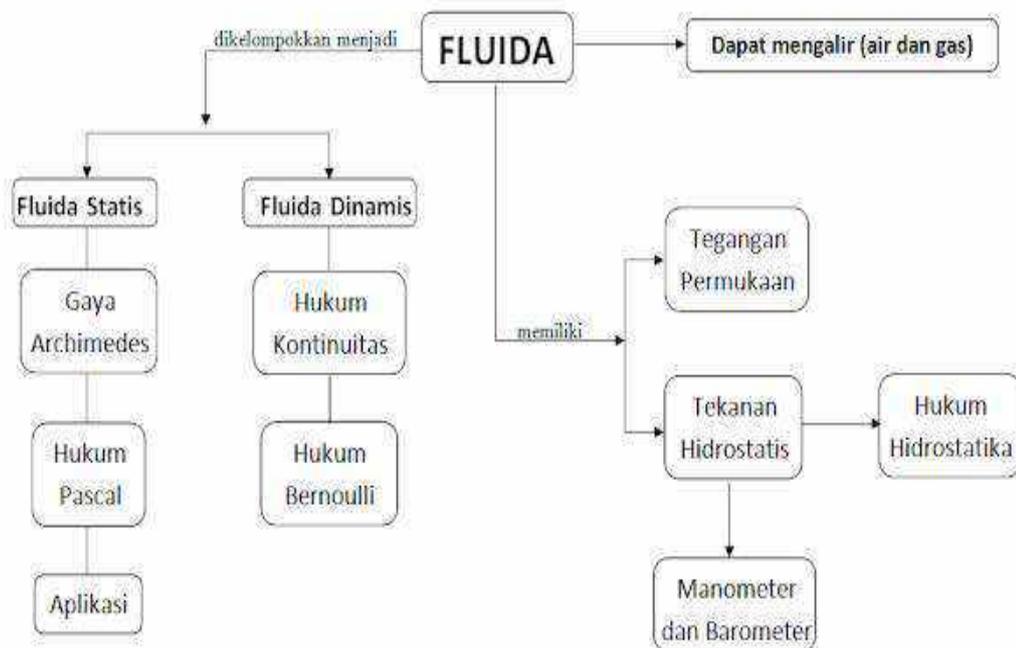
DAFTAR PUSTAKA

- Brady, James E. *Kimia Universitas Asas dan Struktur Jilid 2*. Binarupa Aksara:
Tangerang
- Chang, Raymond (diterjemahkan oleh Suminar Setiati Achmadi). 2004. *Kimia Dasar*. Erlangga:Jakarta
- Sugiyarto, Teguh dan Eny, I. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta : PT. Widya Pustaka.

BAB VI FLUIDA

Kompetensi yang diharapkan

1. Menemukan hubungan antara gaya, tekanan, dan luas daerah yang dikenai gaya melalui percobaan
2. Mengaplikasikan prinsip bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari
3. Mendeskripsikan hukum Pascal dan Hukum Archimedes melalui percobaan sederhana serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
4. Menunjukkan beberapa produk teknologi dalam kehidupan sehari-hari sehubungan dengan konsep benda terapung, melayang dan tenggelam
5. Mengaplikasikan konsep tekanan benda padat, cair, dan gas pada peristiwa alam yang relevan (dalam penyelesaian masalah sehari-hari)



A. Menemukan hubungan antara gaya, tekanan, dan luas daerah yang dikenai gaya melalui percobaan

Tekanan adalah sebuah istilah fisika yang digunakan untuk menyatakan besarnya gaya per satuan luas. Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, di mana gaya F dipahami bekerja tegak lurus terhadap permukaan A . Perlu diperhatikan bahwa gaya yang dimaksud disini adalah gaya yang tegak lurus dengan permukaan dari suatu objek. Tekanan biasanya digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu zat yang berupa cairan atau gas dan untuk zat padat jarang digunakan istilah tekanan, karena zat pada bentuk dan volumenya tidak berubah-ubah. Tekanan juga sering dihubungkan dengan volume dan suhu. Semakin tinggi tekanan di suatu tempat yang volumenya sama, maka suhu pada tempat tersebut juga akan semakin tinggi, untuk acuan Internasional (SI) untuk tekanan adalah Pascal (Pa), pascal ini sama dengan newton per meter persegi (N/m^2).

1. Tekanan pada Benda Padat



Tekanan adalah besarnya gaya yang tegak lurus dengan luas permukaan dibagi dengan luas penampang (permukaan) bidang dimana gaya tersebut bekerja. Contoh dari kejadian terkait dengan gaya dan luas permukaan sentuh dari gaya adalah pegangan ember yang kecil akan terasa lebih sakit ditangan daripada pegangan yang besar. Adapun rumus besarnya tekanan pada benda :

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

P = tekanan (N/m^2)

F = gaya tekan (N)

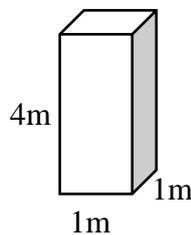
A = luas permukaan (m^2).

Satuan tekanan N/m^2 dapat dinyatakan dengan pascal (Pa). Satuan ini agar mengenang salah satu ilmuwan yang mempelajari tekanan, yaitu Blaise Pascal. Semakin besar gaya tekan, semakin besar tekanannya. Semakin luas bidang tekan, semakin kecil tekannya. Dari rumus tersebut dapat diketahui bahwa:

1. Makin besar gaya tekan yang diberikan, makin besar tekanan yang dihasilkan.
2. Makin kecil luas permukaan bidang tekan, makin besar tekanan yang dihasilkan.

Contoh :

Balok bermassa 20 kg diletakan dilantai seperti gambar. Jika percepatan gravitasi $=10m/s^2$, hitung tekanan yang dialami balok !



Pembahasan :

Gaya tekan (F) pada lantai timbul akibat berat balok. Jadi

$$F=W= m \times g$$

$$\text{Diketahui : } m = 20\text{kg}$$

$$g = 10m/s^2$$

Ditanya : $P=?$

Jawab :

$$F = m \times g$$

$$F = 20 \times 10$$

$$F = 200\text{N}$$

$$A = 1 \times 1 = 1\text{m}$$

$$P = F : A$$

$$P = 200 : 1 = 200 \text{ N}$$

2. Tekanan pada Zat Cair (Tekanan Hidrostatik)

Tekanan akibat zat cair yang diam disebut tekanan hidrostatik (P_h). Tekanan hidrostatik adalah tekanan dalam zat cair akibat berat zat cair itu sendiri. Besarnya tekanan hidrostatik diukur dengan alat Hartl. Tekanan hidrostatik disebabkan oleh berat zat cair, sehingga :

$$P = w/A$$

karena

$$w = m \times g$$

$$m = \rho \times V$$

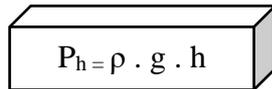
$$V = h \times A$$

maka :

$$P = (\rho \times g \times h \times A) / A$$

atau

Rumus P_h :


$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

P_h = tekanan zat cair (N/m^2)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman zat cair

Contoh :

Berapa tekanan zat cair pada kedalaman 100m dibawah permukaan laut? Apabila massa jenis air laut $150 kg/m^3$ dan $g = 10 m/s^2$.

Pembahasan :

Diketahui: $h = 100 m$

$$\rho = 150 kg/m^3$$

$$g = 10 m/s^2$$

Ditanya : P_h ?

Jawab =

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 150 \cdot 10 \cdot 100$$

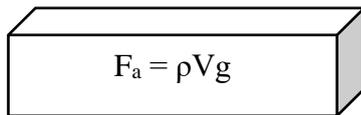
$$P_h = 150.000 N/m^2$$

Di dalam dunia teknik bendungan, para arsitek membuat suatu bendungan dengan memperhitungkan tekanan hidrostatik. Hal ini ditunjukkan dengan semakin menebalnya dinding bendungan ke dasar permukaan air. Selain itu, para arsitek kapal juga memperhitungkan tekanan hidrostatik air laut dalam membuat kapal selam, sehingga kapal selam mampu menyelam ke dasar laut dengan kedalaman hingga ratusan meter tanpa bocor atau rusak. Manusia ternyata hanya mampu menyelam hingga kedalaman sekitar 20m. Hal tersebut dikarenakan paru-paru manusia tidak dapat menahan tekanan yang besar ($> 240.000 Pa$).

HUKUM ARCHIMEDES

Archimedes (287 – 212 SM), sarjana Fisika adalah orang yang pertama kali menemukan besar gaya ke atas pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam zat cair, sehingga dikenal Hukum Archimedes berbunyi : “Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut”.

Rumus Hukum Archimedes :


$$F_a = \rho V g$$

Keterangan :

F_a = gaya ke atas dengan satuan newton (N)

ρ = massa jenis zat cair dengan satuan kg/m^3

V = volume benda yang tercelup satuan m^3

g = gravitasi bumi dengan situasi m/s^2 (di ekuator 98 m/s^2)

Hubungan antara berat di udara (w), gaya ke atas (F_a), dan berat benda di dalam zat cair (w') adalah $w' = w - F_a$. Ciri-ciri benda yang dimasukkan ke zat air, mengalami terapung, tenggelam, atau melayang:

a. Benda terapung

Massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair dan gaya tekan ke atas sama dengan berat benda.

$$\rho_{\text{benda}} < \rho_{\text{zat cair}} \quad F_a = W$$

b. Benda melayang

Massa jenis benda sama massa jenis zat cair dan gaya tekan ke atas sama dengan berat benda.

$$\rho_{\text{benda}} = \rho_{\text{zat cair}} \quad F_a = W$$

c. Benda tenggelam

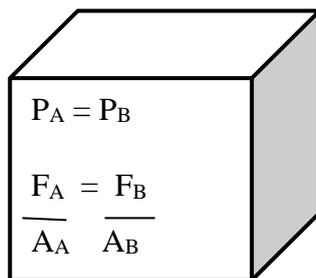
Massa jenis benda lebih besar dari massa jenis zat cair dan gaya tekan ke atas lebih kecil dari berat benda.

$$\rho_{\text{benda}} > \rho_{\text{zat cair}} \quad F_a < W$$

Mengapung	Melayang	Tenggelam
		
$\rho_b < \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_c \cdot g$ $F_A = V_2 \cdot \rho_c \cdot g$	$\rho_b = \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_c \cdot g$ $F_A = V \cdot \rho_c \cdot g$	$\rho_b > \rho_c$ $w = m \cdot g$ $= V \cdot \rho_b \cdot g$ $F_A = V \cdot \rho_c \cdot g$

HUKUM PASCAL

Blaise Pascal (1623 - 1662) mengemukakan suatu hukum yang berlaku untuk zat cair yang berada dalam ruang tertutup dikenal dengan Hukum Pascal, berbunyi : "Tekanan yang diberikan kepada zat cair di dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar". Prinsip kerja alat yang memanfaatkan hukum pascal adalah dongkrak hidrolik, mesin hidrolik pengangkat mobil, rem hidrolik, meja operasi, dan kursi dokter gigi.



Keterangan :

P_A = tekanan pada A dengan satuan N/m^2

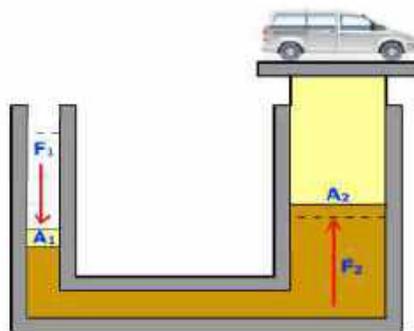
P_B = tekanan pada B dengan satuan N/m^2

F_A = gaya pada A dengan satuan newton

F_B = gaya pada B dengan satuan newton

A_A = luas penampang piston A satuan m^2

A_B = luas penampang piston B satuan m^2



Contoh soal :

Sebuah alat pengangkat mobil menggunakan luas penampang pengisap kecil 10 cm^2 dan pengisap besar 50 cm^2 . Berapakah gaya yang harus diberikan agar dapat mengangkat sebuah mobil dengan berat 20.000 N ?

Pembahasan :

Diket : $A_1 = 10 \text{ cm}^2$, $A_2 = 50 \text{ cm}^2$, $F_2 = 20.000 \text{ N}$

Dit : $F_1 = \dots ?$

Jawab :

$$F_1 = (F_2/A_2) \times A_1$$

$$F_1 = (20.000 : 50) \times 10$$

$$= 4.000 \text{ N}$$

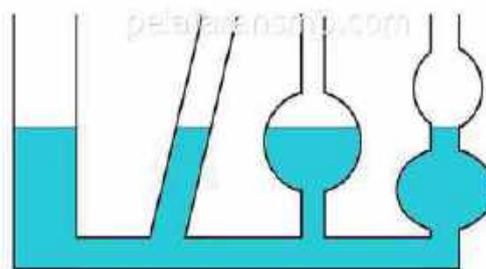
Jadi dapat disimpulkan bahwa dengan gaya 4.000 N dapat mengangkat sebuah mobil 20.000 N menggunakan konstruksi mesin pengangkat mobil tersebut.

Peralatan lain yang menerapkan hukum pascal, antara lain kempa hidrolik, dan alat berat untuk mengeruk tanah dan pasir. Gambar ini memperlihatkan alat-alat teknik yang menggunakan prinsip pascal.



(a) rem hidrolik,(b) alat keruk (bekko), dan (c) pompa hidrolik

BEJANA BERHUBUNGAN



Semua bejana yang diisi air, jika posisinya dimiringkan maka permukaan air selalu rata. Gejala pada bejana berhubungan lebih dikenal dengan hukum bejana berhubungan. Bunyi hukum bejana berhubungan "Jika bejana berhubungan diisi zat cair sejenis dalam keadaan seimbang, maka permukaan zat cair dalam bejana tersebut terletak dalam satu bidang datar". Hukum bejana berhubungan tidak berlaku dalam keadaan-keadaan:

- Bejana berhubungan diisi lebih dari satu zat cair.
- Tekanan pada permukaan zat cair tidak sama (salah satu bejana permukaannya ditutup).
- Terdapat pipa kapiler.
- Digoyang-goyangkan (tidak seimbang).

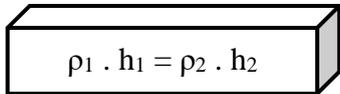
Pipa U yang diisi dua zat cair pada garis seimbang maka :

Tekanan pipa kiri = tekanan pipa kanan.

$$\rho_{\text{raksa}} \cdot gh_1 = \rho_{\text{air}} \cdot gh_2$$

$$\rho_{\text{raksa}} \cdot h_{\text{raksa}} = \rho_{\text{air}} \cdot h_{\text{air}}$$

Secara umum rumusnya :



Keterangan :

ρ_1 dan ρ_2 = massa jenis zat cair 1 dan 2

h_1 dan h_2 = ketinggian zat cair pipa 1 dan 2

Pemanfaatan bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari :

- Ceret, teko atau kendi diisi zat cair sejenis maka permukaan selalu dalam satu bidang datar.
- Alat ukur datar (water pass).
- Jerigen, pipa ledeng air minum, dan air mancur di taman.
- Timbulnya mata air, dan sumur artesis.
- Pipa U untuk manometer zat cair.

TEKANAN PADA GAS

- Tekanan udara

Tekanan udara awalnya diukur oleh Evangelista Torricelli (1608-1647), seorang ilmuwan Italia. Dia menyatakan permukaan air laut mempunyai tekanan udara sebesar 1 atmosfer = 76cmHg. Hasil penelitian

menunjukkan setiap kenaikan 100m dari permukaan air laut tekanan udara berkurang 1mmHg. Rumus tinggi tempat :

$$h_A = (P_{\text{Bar}} - P_A) \times 100$$

Keterangan :

h_A : tinggi tempat dengan satuan meter (m)

P_{bar} : tekanan udara barometer = 76cmHg

P_A : tekanan udara ditempat A dengan satuan cmHg.

Contoh :

Tekanan udara di kota P adalah 65cmHg. Berapa ketinggian kota P dari permukaan air laut?

Pembahasan :

Diketahui : $P_A = 65 \text{ cmHg}$

Ditanya : $h_A = \dots ?$

Jawab :

$$h_A = (P_{\text{bar}} - P_A) \cdot 100\text{m}$$

$$h_A = (76 - 65) \cdot 100\text{m}$$

$$h_A = 1100\text{m}$$

Tekanan udara di permukaan laut rata-rata sebesar 1 atm atau 76 cmHg. Makin rendah suatu tempat, makin besar tekanannya. Sebaliknya, makin tinggi suatu tempat, makin rendah tekanannya. Setiap kenaikan 10 m tekanan udara berkurang sebesar 1 mmHg. Udara merupakan benda gas yang sangat erat hubungannya dengan kehidupan kita. Udara yang meliputi bumi mempunyai berat yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Karena udara memiliki berat, maka udara juga memiliki tekanan. Besarnya tekanan udara ditentukan oleh tinggi suatu tempatnya dari permukaan air laut. Alat ukur tekanan udara prinsip pascal:



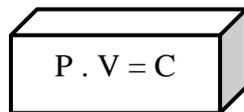
Gambar barometer dan manometer Barometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara luar 9 tekanan atmosfer. Manometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup. Tekanan udara di tempat terbuka diukur menggunakan barometer, sedangkan tekanan gas dalam ruang tertutup diukur menggunakan manometer.

Tabel jenis-jenis barometer dan manometer:

Jenis-jenis Barometer	Jenis-jenis Manometer
1. Barometer zat cair (air raksa) 2. Barometer logam (aneroid)	1. Manometer raksa terbuka dan tertutup 2. Manometer logam (digunakan oleh tukang tambal ban) a. Manometer Bourdon b. Manometer Scaffer dan Budenberg c. Manometer pegas

HUKUM BOYLE

Robert Boyle (1627-1691) menyatakan kesimpulan dalam percobaannya yang dikenal dengan Hukum Boyle yang bunyinya : "Hasil kali tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup adalah tetap". Secara sistematis, Hukum Boyle rumusnya :



$$P \cdot V = C$$

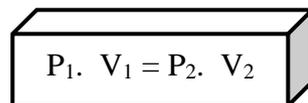
Keterangan :

P = tekanan gas satuan (N/m²)

V = volume gas satuan m³

C = bilangan tetap

Jika gas dalam ruang tertutup mengalami perubahan volume pada suhu tetap, rumusnya :



$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Keterangan :

P₁ = tekanan mula-mula satuan N/m² (atm)

V₁ = volume mula-mula satuan m³

P₂ = tekanan setelah perubahan satuan (N/m² = atm)

V₂ = volume setelah berubah satuan m³

Contoh :

Sebuah balon udara mengandung 100m^3 gas helium pada tekanan udara 90 kPa. Jika tekanan udara berubah menjadi 100 kPa, hitungan volume helium sekarang!

Pembahasan :

Diketahui : $V_1 = 100\text{m}^3$

$P_1 = 90\text{ kPa}$

$P_2 = 100\text{ kPa}$

Ditanya : $V_2 = \dots ?$

Jawab :

$$V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$$

$$100 \cdot 90 = V_2 \cdot 100$$

$$V_2 = 90\text{m}^3$$

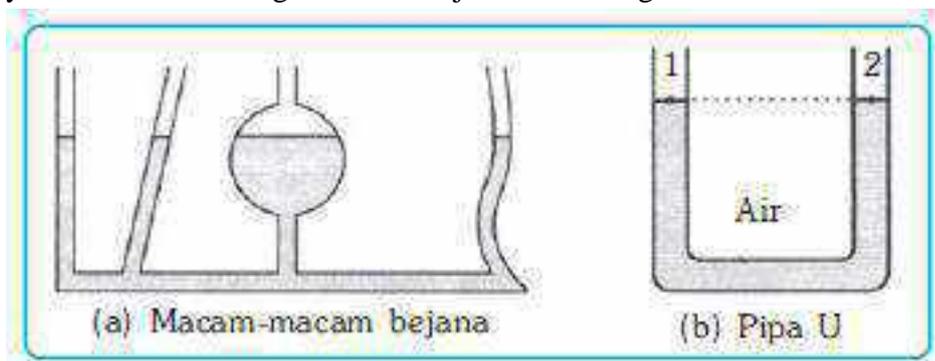
Hukum Boyle berlaku hanya pada kondisi :

1. Suhu gas tetap,
2. gas berada dalam ruang tertutup,
3. tidak terjadi reaksi kimia, dan
4. tidak terjadi perubahan wujud gas.

B. Mengaplikasikan prinsip bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari

1. HUKUM BEJANA BERHUBUNGAN

Bejana berhubungan adalah dua atau lebih bejana yang bagian atasnya terbuka, sedangkan bagian bawahnya berhubungan satu dengan yang lain. Apabila bejana berhubungan berisikan satu jenis zat akan terletak pada satu bidang datar. Pernyataan ini sesuai dengan hukum bejana berhubungan.



Hukum bejana berhubungan menyatakan bahwa permukaan zat cair terletak pada satu bidang datar. Namun, hukum bejana berhubungan tidak berlaku apabila bejana berisi lebih dari satu macam zat cair yang tidak dapat bercampur; bejana mempunyai pipa kapiler; zat cair dalam bejana bergerak-gerak; dan tekanan pada bejana tidak sama, misalnya bejana disumbat. Dalam kehidupan sehari-hari, prinsip bejana berhubungan diterapkan pada teko atau cerek, tangki air, dan penyipat datar yang digunakan oleh pekerja bangunan.

Mengaplikasikan prinsip bejana berhubungan dalam kehidupan sehari-hari bahwa salah satu sifat zat cair jika dalam keadaan diam, mempunyai permukaan yang datar. Perhatikan peristiwa yang sering terjadi di sekelilingmu, misalnya air minum dalam gelas, mempunyai permukaan datar. Meskipun kamu memiringkan gelas tersebut, permukaan air tetap datar. Jika dalam bejana berhubungan terdapat dua jenis cairan yang berbeda, tinggi permukaan kedua zat tersebut dalam bejana berhubungan tidak akan sama. Hal ini disebabkan oleh massa jenis kedua zat cair tersebut yaitu air dan minyak goreng tidak sama. Kamu pasti telah mengetahui bahwa massa jenis minyak goreng lebih kecil daripada massa jenis air.

a. Tukang Bangunan

Tukang bangunan menggunakan konsep bejana berhubungan untuk membuat titik yang sama tingginya. Kedua titik yang sama ketinggiannya ini digunakan untuk membuat garis lurus yang datar. Biasanya, garis ini digunakan sebagai patokan untuk memasang ubin supaya permukaan ubin menjadi rata dan memasang jendela-jendela supaya antara jendela satu dan jendela lainnya sejajar. Tukang bangunan menggunakan slang kecil yang diisi air dan kedua ujungnya diarahkan ke atas. Akan dihasilkan dua permukaan air, yaitu permukaan air kedua ujung slang. Kemudian, seutas benang dibentangkan menghubungkan dua permukaan air pada kedua ujung slang. Dengan cara ini, tukang bangunan akan memperoleh permukaan datar.

b. Teko Air

Perhatikan teko air di rumahmu. Teko tersebut merupakan sebuah bejana berhubungan. Teko air yang baik harus mempunyai mulut yang lebih tinggi daripada tabung tempat menyimpan air

c. Tempat Penampungan Air

Biasanya, setiap rumah mempunyai tempat penampungan air. Tempat penampungan air ini ditempatkan di tempat tinggi misalnya atap rumah. Jika diamati, wadah air yang cukup besar dihubungkan dengan kran tempat keluarnya air menggunakan pipa-pipa. Jika bentuk bejana berhubungan pada penjelasan sebelumnya membentuk huruf U, bejana pada penampungan air ini tidak berbentuk demikian. Hal ini sengaja dirancang demikian karena sistem ini bertujuan untuk mengalirkan air ke tempat yang lebih rendah dengan kekuatan pancaran yang cukup besar.

C. Mendeskripsikan hukum Pascal dan Hukum Archimedes melalui percobaan sederhana serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

1. Hukum Pascal

Sifat dan wujud zat cair yaitu bentuknya berubah sesuai dengan tempatnya sehingga jika ada tekanan padanya akan diteruskan ke segala arah sama besar. Misalkan sebuah kantong plastic yang sudah dilubangi dan diisi air kita tekan, tekanan akan diteruskan oleh zat cair dalam ruang tertutup, sehingga air memancar ke segala arah. Berarti tekanan bekerja ke segala arah.

Pernyataan ($P = \frac{F}{A}$) dikemukakan oleh Blaise Pascal dengan hukumnya yang dikenal dengan hukum Pascal. Blaise Pascal mengemukakan bahwa “tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dan sama besar”. Pernyataan tersebut, kemudian dikenal dengan Hukum Pascal. Berdasarkan rumus tekanan pada zat padat, diperoleh rumus tekanan pada zat cair sebagai berikut.

$$P_1 = P_2 \quad \text{atau} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{atau} \quad \frac{F_1}{D_1} = \frac{F_2}{D_2}$$

Keterangan:

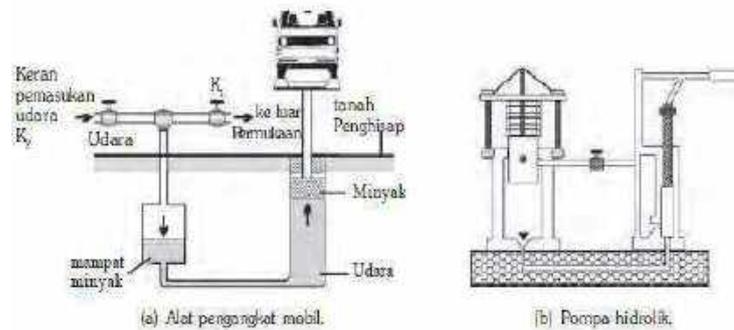
P_1, P_2 : tekanan pada penampang 1 dan 2 (N/m^2)

F_1, F_2 : gaya pada penampang 1 dan 2 (N)

A_1, A_2 : luas pada penampang 1 dan 2 (m^2)

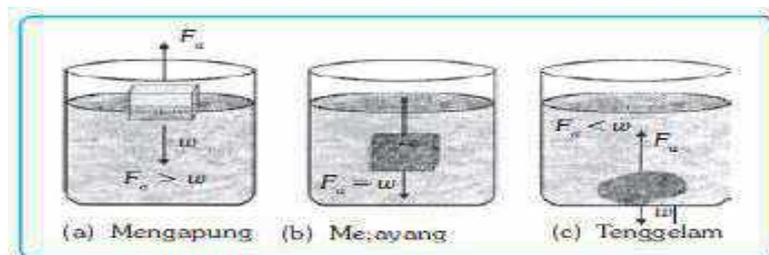
D_1, D_2 : diameter pada penampang 1 dan 2 (m)

Alat-alat yang prinsip kerjanya menggunakan hokum Pascal, antara lain, dongkrak hidrolik yang digunakan untuk mengangkat mobil saat mengganti ban, rem hidrolik yang digunakan untuk mengurangi laju mobil, dan pompa hidrolik yang digunakan untuk mengepres tebu, kapas, atau besi yang akan didaur ulang.



2. Hukum Archimedes

Ketika menimba air di sumur timba terasa ringan saat ember masih di dalam air dan terasa berat ketika muncul ke permukaan air. Hal ini disebabkan adanya gaya ke atas dari air yang mengurangi berat ember. Berdasarkan peristiwa tersebut Archimedes menyatakan bahwa suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut. Pernyataan ini dikenal sebagai *hukum Archimedes*. Adanya gaya dalam zat cair menjadikan benda yang dimasukkan ke dalam zat cair mengalami tiga kemungkinan, yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.



Secara matematis hukum Archimedes dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_a = w_c$$

$$F_a = m_c \times g$$

$$F_a = \rho_c \times V_c \times g$$

Keterangan :

F_a : gaya Archimedes

w_c : berat zat cair yang ditumpahakan (N)

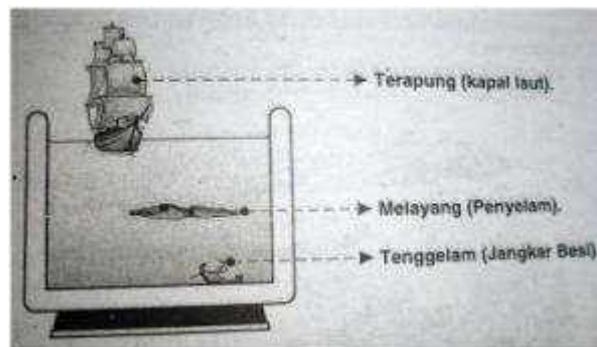
m_c : massa zat cair yang ditumpahakan (kg)

ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

V_c : volume benda yang tercelup (m^3)

g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

D. Menunjukkan beberapa produk teknologi dalam kehidupan sehari-hari sehubungan dengan konsep benda terapung, melayang dan tenggelam



Dari gambar diatas adalah beberapa peristiwa yang dapat terjadi ketika beberapa benda padat dimasukkan kedalam air sebagai berikut.

1. Benda terapung adalah Suatu benda dapat dikatakan terapung apabila benda tersebut berada di permukaan air dikarenakan berat jenis benda tersebut lebih kecil daripada berat jenis air (ringan) misalnya: tong yang kosong, gabus, plastik, bambu, dll.
2. Benda melayang adalah Suatu benda dapat dikatakan melayang jika benda tersebut ada diantara permukaan air dan dasar air. karena berat jenis benda tersebut sama dengan berat jenis air, misal: kapal selam, telur yang melayang didalam air garam, penyelam, dll.

3. Benda tenggelam adalah Suatu benda dapat dikatakan tenggelam jika benda turun sampai ke dasar air dikarenakan berat jenis benda tersebut lebih besar daripada berat jenis air, misal: besi, batu, tanah, dll.

1) Kapal Laut Militer

Pada pembahasan Hukum Archimedes telah kita bicarakan, mengapa kapal laut militer bisa terapung di air? Badan kapal laut militer mempunyai rongga udara, nah karena rongga udara ini. volume air laut yang dipindahkan oleh kapal tersebut cukup lumayan besar sehingga sesuai dengan prinsip Archimedes, kapal laut mempunyai gaya apung yang cukup besar untuk bisa menahan bobot kapal sehingga kapal dapat mengapung di permukaan air tersebut. Kapal sangat penting untuk pertahanan militer untuk menjaga perbatasan di laut. Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang besar atau yang disebut maritim. Oleh karena itu, kapal laut memegang peranan yang sangat penting akan kelancaran di negara kita.



Gambar 8.18 Kapal laut dapat mengapung di air.

2) Kapal Selam

Dengan demikian kapal laut tidak hanya bisa mengapung di permukaan air saja, maka kapal selam militer, selain dapat mengapung, bisa juga melayang dan tenggelam di dalam air laut. Karena kemampuannya, kapal selam militer sangat cocok digunakan dalam penelitian dan gerakannya sangat bebas didalam air. Bentuk badan kapal selam dirancang agar bisa saja mengapung, melayang, dan tenggelam dalam air. Bukan hanya itu, kapal selam dirancang untuk dapat menahan tekanan air di kedalaman laut karena deras arusnya sangat besar.

Cara kerja kapal selam, badan kapal selam mempunyai rongga udara didalamnya yang berfungsi sebagai tempat masuk dan keluarnya air atau udara

tersebut. Rongga tersebut ada di lambung kapal. Rongga tersebut dilengkapi dengan katup atau pintu pada bagian atas dan bawah. Ketika mengapung, rongga di isi dengan udara sehingga volume air yang dipindahkan sama dengan berat kapal. Sesuai dengan prinsip Archimedes, kapal selam akan mengapung.

Ketika rongga katup atas dan katup bawah pada rongga kapal selam dibuka udara yang didalam rongga kapal selam tersebut keluar atau air masuk mengisi rongga tersebut. Akibatnya, kapal mulai tenggelam dan katup akan ditutup jika kapal selam telah mencapai kedalaman yang diinginkan. Dalam keadaan ini, kapal selam dalam keadaan melayang.

Jika kapal selam akan muncul ke permukaan dari keadaan tenggelam, air dalam rongga dipompa keluar dan terisi udara. Dengan demikian, kapal selam akan mengalami gaya apung yang dapat menyamai berat kapal selam. Maka, kapal selam naik ke permukaan dan mengapung.

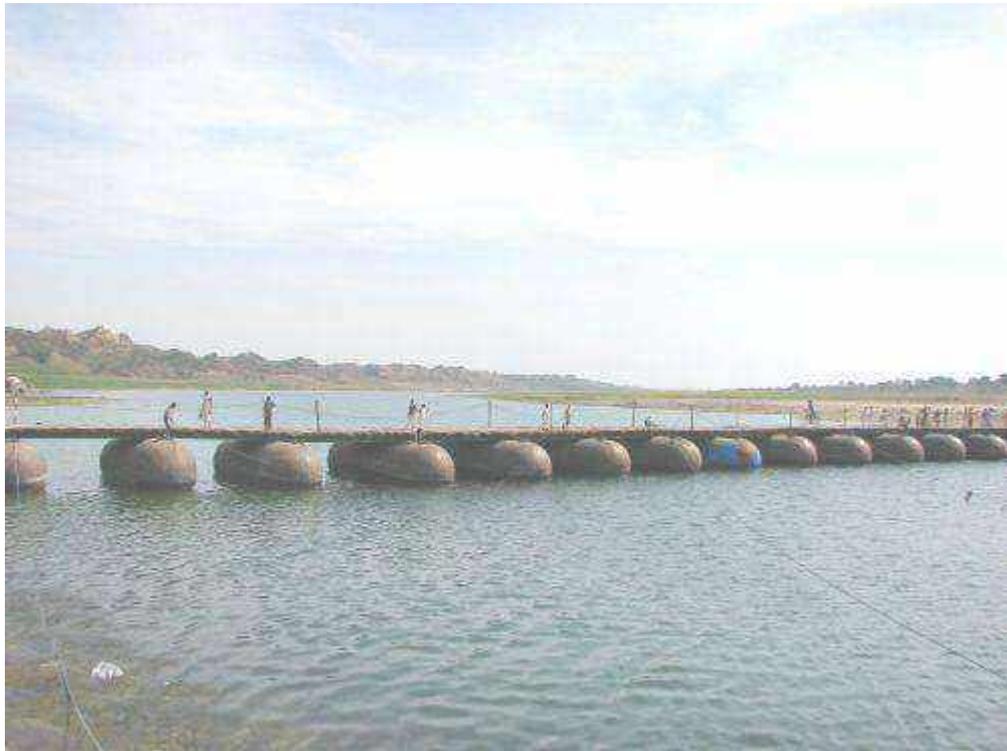


Gambar 8.18 Proses mengapung, melayang, dan tenggelam kapal selam.

3) Jembatan Poton

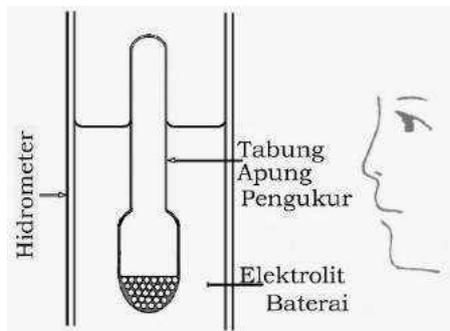
Peristiwa mengapung suatu benda karena mempunyai rongga udara dimanfaatkan untuk membuat suatu jembatan yang bawahnya terbuat dari drum-drum yang dijajarkan terentang dialiran sungai. Pada volume air yang dipindahkan dapat menghasilkan gaya apung yang bisa menahan berat drum dan benda-benda

yang melewati di atas. Setiap drum yang disusun pada jembatan ini harus tertutup agar air tidak dapat masuk ke dalamnya atau tenggelam.



4) Hidrometer

Hidrometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis suatu zat cair. Cara menggunakan hidrometer dimasukkan ke dalam zat cair yang akan ditentukan massa jenisnya. Dikarenakan alat ini memiliki rongga udara maka pasti alat ini akan mengapung. Maka massa jenis zat cair tempat hidrometer diletakkan ditempat besar, ketinggian pada tabung hidrometer muncul semakin besar dan begitu juga sebaliknya. Biasanya hidrometer sering kali digunakan untuk sebuah penelitian (research) di bidang ilmu kimia.



E. Mengaplikasikan konsep tekanan benda padat, cair, dan gas pada peristiwa alam yang relevan (dalam penyelesaian masalah sehari-hari)

Tekanan Pada Zat Padat

Berikut ini diberikan contoh penerapan konsep tekanan.

1. Kapak

Mata kapak dibuat tajam untuk memperbesar tekanan sehingga memudahkan tukang kayu dalam memotong atau membelah kayu. Orang yang memotong kayu dengan kapak yang tajam akan lebih sedikit mengeluarkan tenaganya daripada jika ia menggunakan kapak yang tumpul dengan gaya yang sama. Jadi, kapak yang baik adalah kapak yang mempunyai luas permukaan bidang yang kecil. Dalam bahasa sehari-hari luas permukaan kapak yang kecil disebut tajam.



2. Sirip Ikan

Sirip ikan yang lebar memungkinkan ikan bergerak dalam air karena memperoleh gaya dorong dari gerakan siripnya yang lebar. Sirip ini memberikan tekanan yang besar ke air ketika sirip tersebut digerakkan. Akibatnya, ikan memperoleh gaya dorong air sebagai reaksinya.



3. Sepatu Salju

Orang-orang yang hidup di daerah bersalju secara langsung atau tidak telah memanfaatkan konsep tekanan. Mereka membuat sepatu salju yang luas alasnya besar sehingga mampu memperkecil tekanan berat tubuhnya pada salju. Hal ini mempermudah mereka berjalan di atas salju.



1. Tekanan pada Zat Cair

Aplikasi Hukum Pascal

a. Dongkrak Hidrolik

Pernahkah kamu melihat orang mengganti ban mobil? Bagian badan mobil yang akan diganti bannya harus dikanjal supaya badan mobil tidak miring. Untuk melakukan itu, digunakan dongkrak hidrolik. Skema dongkrak hidrolik yang terdiri atas:

- a) Dua bejana yang berhubungan terbuat dari bahan yang kuat misalnya besi
- b) Penghisap kecil dan penghisap besar
- c) Minyak pengisi bejana

Adapun cara kerja dongkrak hidrolik tersebut adalah sebagai berikut. Ketika sebuah gaya F_1 diberikan melalui tuas dongkrak untuk menekan penghisap kecil A_1 , tekanan ini akan diteruskan oleh minyak ke segala arah. Oleh karena dinding bejana terbuat dari bahan yang kuat, gaya ini tidak cukup untuk mengubah bentuk bejana. Satu-satunya jalan, tekanan ini diteruskan oleh minyak ke penghisap besar A_2 . Tekanan pada penghisap kecil A_1 dapat dituliskan.

b. Pompa Sepeda

Pernahkah kamu memompa ban sepeda? Apakah kamu mengeluarkan banyak tenaga untuk melakukannya? Jika kamu merasa kelelahan, dapat dipastikan bahwa kamu menggunakan pompa yang tidak memanfaatkan sistem Pascal. Ada dua jenis pompa sepeda, yaitu pompa biasa dan pompa hidrolik. Kamu akan lebih mudah memompa ban sepedamu menggunakan pompa hidrolik karena sedikit mengeluarkan tenaga.

c. Mesin Pengepres Kapas (Kempa)

Mesin ini digunakan untuk mengepres kapas dari perkebunan sehingga mempunyai ukuran yang cocok untuk disimpan atau didistribusikan. Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut. Gaya tekan dihasilkan oleh pompa yang menekan pengisap kecil. Akibat gaya ini, pengisap besar bergerak ke atas dan mendorong kapas. Akibatnya, kapas akan termampatkan.

2. Tekanan pada Zat Gas

Berikut diberikan beberapa contoh kejadian yang berkaitan dengan tekanan udara.

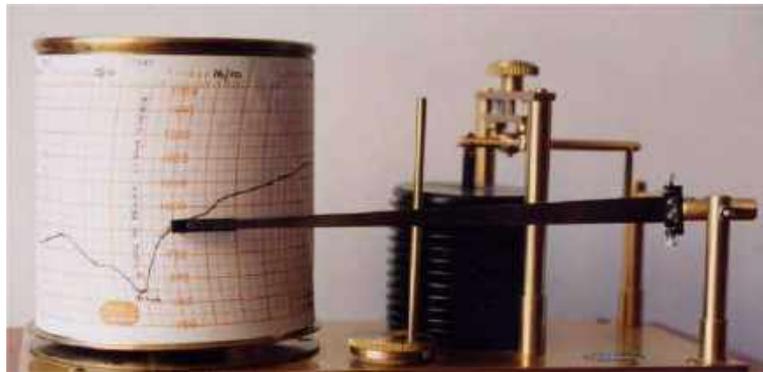
a. Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari suatu tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang tekanannya lebih rendah. Jika suatu daerah mempunyai tekanan udara yang sangat rendah, udara di sekelilingnya akan mengitari daerah tersebut sehingga membentuk pusaran angin. Kekuatan angin ini bisa sangat besar dan menerbangkan benda-benda yang dilaluinya. Bentuk angin seperti ini disebut angin siklon. Angin ini bersifat merusak jika tempat terjadinya pusaran dekat dengan tempat tinggal penduduk.



b. Prakiraan Cuaca

Para ahli meteorologi mencatat perubahan tekanan udara di suatu tempat, kemudian data hasil pengamatan tersebut dianalisis dan diinterpretasi. Misalkan, jika pada suatu tempat tekanan udara rendah, udara dari tempat yang bertekanan lebih tinggi akan bergerak ke daerah tersebut. Angin tersebut membawa uap air. Karena tekanan udaranya rendah, uap air tersebut akan jatuh ke Bumi dalam bentuk hujan. Begitu pun sebaliknya, di suatu daerah cuacanya akan cerah jika tekanan di daerah tersebut tinggi yang berarti udara dari tempat tersebut akan bergerak ke daerah lain yang tekanan udaranya lebih rendah. Alat untuk mencatat perubahan tekanan udara secara terus menerus disebut barograf.



Soal Evaluasi

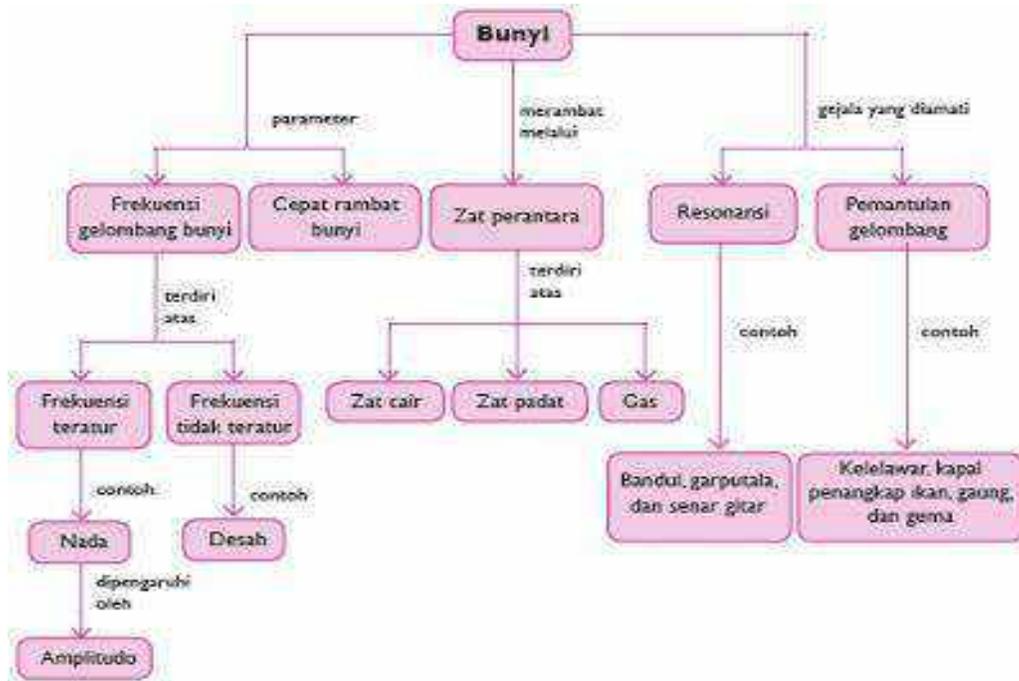
1. Sebuah balok berukuran $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ mempunyai massa $0,5\text{ kg}$ terapung di permukaan zat cair yang mempunyai massa jenis 1.000 kg/m^3 . Jika $2/5$ bagian balok muncul di permukaan zat cair dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 maka besar gaya angkatnya adalah
2. Sepotong platina bermassa 8 kg dan massa jenisnya 8 gr/cm^3 dimasukkan ke dalam air yang massa jenisnya 1 gr/cm^3 . Dalam air, berat platina tersebut seolah-olah akan hilang sebesar....
3. Batang kayu yang tingginya 25 cm dan memiliki massa jenis $0,75\text{ gram/cm}^3$ mengapung di atas sungai yang memiliki massa jenis $1,5\text{ gram/cm}^3$. Berapa tinggi balok yang ada dipermukaan sungai?

DAFTAR PUSTAKA

- Wasis & Sudeng Yuli irianto. (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam SMP dan MTs Kelas VIII*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- Nurachmandani, Setya & Samson Samsulhadi. (2010). *Ilmu Pengetahuan Alam (Terpadu)*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- Giancoli. (2001). *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

BAB VII

GETARAN, GELOMBANG, BUNYI



Kompetensi yang diharapkan:

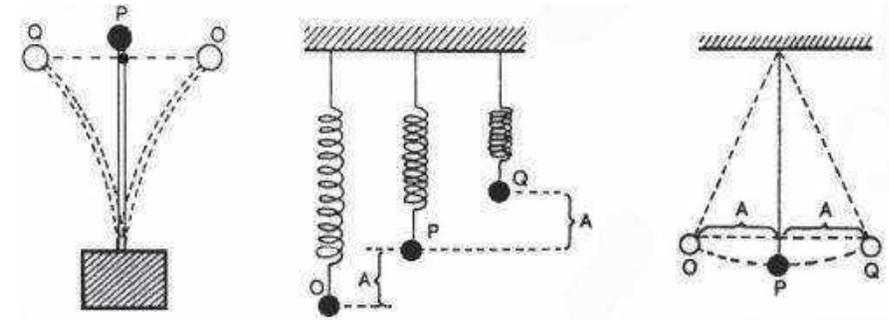
1. Mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang serta parameter-parameternya.
2. Menganalisis cepat rambat gelombang bunyi berdasarkan zat perantaranya.
3. Mendeskripsikan konsep resonansi bunyi dan kerugiannya dalam kehidupan.
4. Menjelaskan konsep pemantulan bunyi.
5. Menerapkan efek dopler dalam kehidupan sehari-hari.

A. Getaran

Getaran adalah gerakan bolak – balik yang ada di sekitar titik keseimbangan dimana kuat lemahnya dipengaruhi besar kecilnya energi yang diberikan . Satu getaran frekuensi adalah satu kali gerak bolak balik penuh. Getaran pada benda dapat berupa:

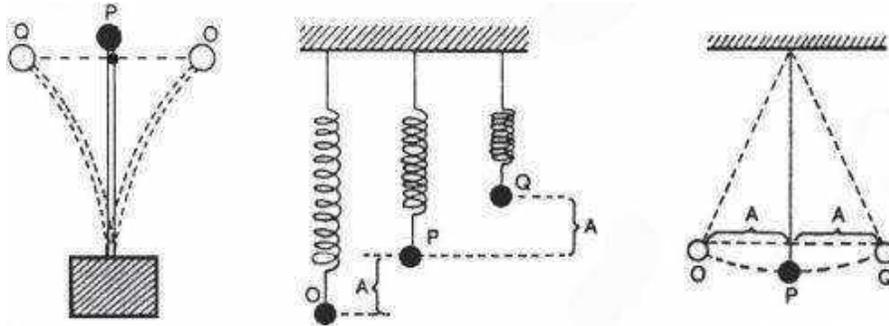
1. Getaran ujung batang
2. Getaran selaras

3. Ayunan sederhana



Getaran ujung batang *Getaran selaras benda*

Ayunan sederhana



1) Amplitudo

Dalam gambar diatas telah disebutkan bahwa amplitudo adalah simpangan terbesar dihitung dari kedudukan seimbang. Amplitudo diberi simbol **A**, dengan satuan **meter**.

2) Frekuensi

Periode getaran adalah waktu yang digunakan dalam satu getaran dan diberi simbol **T**. Untuk gambar ayunan di atas, jika waktu yang diperlukan oleh bandul untuk bergerak dari B ke A, ke C, ke A, dan kembali ke B adalah 0,2 detik, maka periode getaran bandul tersebut 0,2 detik atau $T = 0,2 \text{ detik} = 0,2 \text{ s}$.
Periode suatu getaran tidak tergantung pada amplitudo getaran.

3) Frekuensi Getaran

Frekuensi getaran adalah jumlah getaran yang dilakukan oleh sistem dalam satu detik, diberi simbol f . Untuk sistem ayunan bandul di atas, jika dalam waktu yang diperlukan oleh bandul untuk bergerak dari B ke A, A ke C, C ke A, dan kembali ke B sama dengan 0,2 detik, maka :

Dalam waktu 0,2 detik bandul menjalani satu getaran penuh

Dalam waktu 1 detik bandul menjalani 5 kali getaran penuh

Dikatakan bahwa frekuensi getaran sistem bandul tersebut adalah 5 getaran/detik atau $f = 5 \text{ Hz}$.

4) Hubungan antara Periode dan Frekuensi Getaran

Dari definisi periode dan frekuensi getaran di atas, diperoleh hubungan :

$$f : \frac{1}{T} \text{ atau } T : \frac{1}{f}$$

Keterangan :

T = periode, satuannya detik atau sekon

f = frekuensi getaran, satuannya 1/detik atau s^{-1} atau Hz

A. Contoh getaran dalam kehidupan sehari – hari

Contoh getaran yang ada di kehidupan sehari – hari :

1. Senar gitar yang dipetik
2. Bandul jam dinding yang sedang bergoyang
3. Ayunan anak-anak yang sedang dimainkan
4. Mistar plastik yang dijepit pada salah satu ujungnya, lalu ujung lain diberi simpangan dengan cara menariknya, kemudian dilepaskan tarikannya
5. Pegas yang di beri beban

B. Gelombang

Gelombang adalah suatu getaran yang merambat, dalam perambatannya gelombang membawa energi. Dengan kata lain, gelombang merupakan getaran yang merambat dan getaran sendiri merupakan sumber gelombang. Jadi, gelombang adalah getaran yang merambat dan gelombang yang bergerak akan

merambatkan energi (tenaga). Gelombang juga dapat diartikan sebagai bentuk dari getaran yang merambat pada suatu medium. Pada gelombang yang merambat adalah gelombangnya, bukan zat medium perantaranya. Satu gelombang dapat dilihat panjangnya dengan menghitung jarak antara lembah dan bukit (gelombang transversal) atau menghitung jarak antara satu rapatan dengan satu renggangan (gelombang longitudinal). Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam waktu satu detik. Ketika kita melihat gelombang pada genangan air, seolah-olah tampak bahwa gelombang tersebut membawa air keluar dari pusat lingkaran.

Demikian pula, ketika Kita menyaksikan gelombang laut bergerak ke pantai, mungkin Kita berpikir bahwa gelombang membawa air laut menuju ke pantai. Kenyataannya bukan seperti itu. Sebenarnya yang Kita saksikan adalah setiap partikel air tersebut berosilasi (*bergerak naik turun*) terhadap titik setimbangnya. Hal ini berarti bahwa gelombang tidak memindahkan air tersebut. Kalau gelombang memindahkan air, maka benda yang terapung juga ikut berpindah. Jadi, air hanya berfungsi sebagai medium bagi gelombang untuk merambat. Misalnya ketika Kita mandi di air laut, kita akan merasa terhempas ketika diterpa gelombang laut. Hal ini terjadi karena setiap gelombang selalu membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Ketika mandi di laut, tubuh kita terhempas ketika diterpa gelombang laut karena terdapat energi pada gelombang laut. Energi yang terdapat pada gelombang laut bisa bersumber dari angin dan lainnya.

1. Jenis-jenis gelombang

Secara umum hanya terdapat dua jenis gelombang yaitu, gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.

Jenis gelombang berdasarkan pada medium perambatan gelombang adalah :

- a) *Gelombang mekanik*, adalah sebuah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium, yang menyalurkan energi untuk keperluan proses penyaluran sebuah gelombang. Suara merupakan salah satu contoh gelombang

mekanik yang merambat melalui perubahan tekanan udara dalam ruang (rapat-renggangnya molekul-molekul udara).

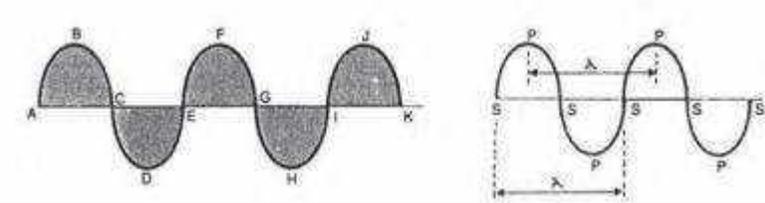
- b) **Gelombang elektromagnetik**, yaitu gelombang yang dapat merambat walau tidak ada medium. Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang, frekuensi, amplitude, dan kecepatan.

Contoh gelombang elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:

- a) Gelombang radio
- b) Gelombang Mikro
- c) Sinar infra merah
- d) Sinar ultraviolet
- e) Cahaya tampak
- f) Sinar X dan
- g) Sinar gamma

Sedangkan berdasarkan arah rambatan dan getarannya, dibagi menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan longitudinal :

1) Gelombang transversal



Gelombang transversal adalah: gelombang yang arah rambatannya tegak lurus terhadap arah getaran, misalnya seperti gelombang air laut. Untuk memudahkan kita membayangkan bagaimana bentuk dari gelombang transversal, kita bisa melakukan hal sederhana seperti mengikat salah satu ujung pita kaset tape recorder pada sebuah tiang listrik ataupun tiang telepon kemudian salah satu ujung dari pita kaset tersebut kita gerakan naik turun sehingga kuarsa lebih akan terbentuk gambaran gelombang transversal seperti gambar di bawah ini :

Pada gambar diatas, kita dapat mengetahui beberapa hal ataupun istilah yang akan sering kita temui pada materi pelajaran kali ini (materi pelajaran tentang gelombang), berikut ini adalah penjelasan singkat tentang gambar grafik gelombang transversal diatas:

a) Panjang Gelombang

Satu panjang gelombang transversal terdiri dari satu lembah dan satu bukit gelombang. Pada gambar di atas, **A – C – E** adalah satu gelombang. Begitu juga dengan **B – D – F** dan **D – F – H**. Panjang gelombang disibolkan dengan lambang **lamda** (λ) dan dinyatakan dalam satuan meter.

b) Bukit Gelombang

Pada gambar di atas yang dimaksud dengan satu bukit gelombang adalah: **A – B – C** atau bisa juga **E – F – G**, selain itu **I – J – K** serta **M – N – O** pun juga termasuk sebagai bukit gelombang, dengan demikian pada gambar di atas terdapat 4 bukit gelombang.

c) Puncak Gelombang

Pada gambar grafik di atas terdapat 4 puncak gelombang yaitu yang ditandai oleh huruf **B, F, J, dan N**.

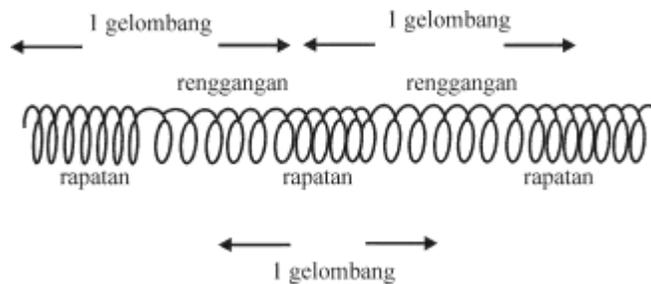
d) Lembah Gelombang

Lembah gelombang pada gambar di atas adalah **C – D – E** atau **G – H – I**.

e) Amplitudo

Amplitudo adalah jarak terjauh titik getar dari posisi kesetimbangannya. Pada gambar diatas amplitudo gelombang tunjukan mulai dari titik b ke titik **B**.

2) Gelombang longitudinal,



Gelombang longitudinal yaitu gelombang yang arah rambatannya sejajar dengan arah getarannya (misalnya gelombang slinki). Gelombang yang terjadi pada slinki yang digetarkan, searah dengan membujurnya slinki berupa rapatan dan regangan. Jarak dua rapatan yang berdekatan atau dua regangan yang berdekatan disebut **satu gelombang**. Gelombang longitudinal biasanya digambarkan seperti gambar di bawah ini:

- Satu gelombang longitudinal terdiri dari 1 rapatan dan satu gelombang atau;
- Jarak antara rapatan kerapatan lain yang terdekat atau;
- Jarak antara renggangan satu ke renggangan lain yang terdekat.

a) Besaran dalam Gelombang

- 1) **Amplitudo Gelombang** adalah simpangan maksimum dari getaran yang berjalan (gelombang).
- 2) **Periode Gelombang** adalah waktu yang diperlukan oleh satu gelombang untuk melewati satu titik.
- 3) **Frekuensi Gelombang** adalah jumlah gelombang yang melewati suatu titik selama satu detik.
- 4) **Panjang Gelombang** adalah jarak yang ditempuh gelombang setiap periode.
- 5) **Cepat Rambat Gelombang** adalah jarak yang ditempuh gelombang setiap satuan waktu.

Persamaan (rumus) yang sering digunakan dalam perhitungan soal tentang gelombang

$f = 1/T$ $v = \lambda \cdot f \quad \text{atau} \quad v = \lambda/T$

Keterangan:

λ = Panjang gelombang (m)

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

T = Periode gelombang (s)

f = frekuensi gelombang (Hz)

b) Gejala Gelombang

1) Pemantulan

Pada peristiwa pemantulan gelombang akan berlaku hukum pemantulan gelombang yaitu sudut pantul sama dengan sudut datang. Artinya, ketika berkas gelombang datang membentuk sudut θ terhadap garis normal (garis yang tegak lurus permukaan pantul), maka berkas yang dipantulkan akan membentuk sudut θ terhadap garis normal.

2) Pembiasan

Pembiasan gelombang (refraksi) adalah pembelokan arah muka gelombang ketika masuk dari satu medium ke medium lainnya. Adakalanya pembiasan dan pemantulan terjadi secara bersamaan. Ketika gelombang datang mengenai medium lain, sebagian gelombang akan dipantulkan dan sebagian lainnya akan diteruskan atau dibiaskan. Refraksi terjadi karena gelombang memiliki kelajuan berbeda pada medium yang berbeda.

3) Interferensi

Interferensi gelombang adalah perpaduan atau superposisi gelombang ketika dua gelombang atau lebih tiba di tempat yang sama pada saat yang sama. Interferensi dua gelombang dapat menghasilkan gelombang yang amplitudonya saling menguatkan (interferensi maksimum) dan dapat juga menghasilkan gelombang yang amplitudonya saling melemahkan (interferensi minimum).

4) Difraksi

Difraksi gelombang adalah peristiwa pembelokan gelombang ketika melewati celah sempit atau penghalang. Di dalam suatu medium yang sama, gelombang merambat lurus. Oleh karena itu, gelombang lurus akan merambat ke seluruh medium dalam bentuk gelombang lurus juga. Hal ini tidak berlaku bila pada medium diberi penghalang atau rintangan berupa celah. Untuk ukuran celah yang tepat, gelombang yang datang dapat melentur setelah melalui celah tersebut. Lenturan gelombang yang disebabkan oleh adanya penghalang berupa celah dinamakan ***difraksi gelombang***.

c) Pemanfaatan Gelombang pada Kehidupan Sehari-hari

Berikut adalah aplikasi gelombang dalam kehidupan sehari-hari:

1) Satelit Buatan

Satelit buatan adalah seperangkat alat elektronik yang diorbitkan pada orbit tertentu di luar angkasa. Satelit buatan ini mengorbit mengelilingi bumi seperti halnya satelit alami bumi yaitu bulan. Satelit digunakan manusia khususnya dalam bidang telekomunikasi dan meteorologi. Dalam bidang telekomunikasi yaitu digunakan untuk menerima dan menyebarkan gelombang televisi dari suatu tempat di bumi kemudian menyebarkannya ke bagian bumi lain sehingga informasi dapat disampaikan saat itu juga. Misalkan, kamu melihat tayangan sepak bola liga Italia secara langsung. Rekaman pertandingan tersebut diubah menjadi gelombang elektromagnetik dan dipancarkan. Gelombang ini diterima oleh satelit dan disebarkan kembali ke bumi sehingga belahan bumi lain dapat menerima gelombang ini. Di belahan bumi tersebut gelombang elektromagnetik ini diubah kembali menjadi bentuk gambar dan suara.

Proses penjalaran gelombang dari bumi ke satelit yaitu sebagai berikut. Sebuah pemancar radio memancarkan gelombang dalam segala arah. Gelombang radio menjalar ke atas dan dipantulkan oleh ionosfer kembali ke bumi karena gelombang-gelombang ini dapat diterima dari seluruh horizon. Beberapa gelombang dapat mengenai tanah dan dipantulkan kembali. Gelombang mikro tidak dipantulkan oleh ionosfer melainkan diteruskan ke satelit. Gelombang yang diterima oleh satelit ini digunakan untuk mentransmisikan informasi ke stasiun-stasiun penerima di bumi.

2) Sel Surya

Sel surya digunakan manusia untuk menampung gelombang sinar Matahari sehingga manusia memperoleh bentuk energi baru. Kamu pasti telah mengetahui bahwa sinar Matahari juga merupakan gelombang. Sinar Matahari ini dapat digunakan sebagai sumber energi baru, misalnya pembangkit listrik, digunakan untuk mobil bertenaga surya, bahkan digunakan sebagai sumber energi pesawat bertenaga surya.

Para ahli telah banyak yang meneliti pemanfaatan energi Matahari ini. Bahkan telah dibuat mobil-mobil tenaga surya yang menggunakan energi Matahari untuk menggerakannya.

3) Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

Mungkin kamu bertanya-tanya bagaimana orang dapat menemukan sumber minyak bumi di dalam perut bumi, padahal kulit bumi (mantel) sangat tebal dan terdiri atas batuan yang sangat padat. Satu lagi konsep gelombang dimanfaatkan manusia. Pada pembahasan sebelumnya kamu telah mengetahui bahwa gelombang mekanik menjalar membutuhkan medium dan gelombang dapat dipantulkan.

Para ahli geofisika melakukan penelitian terhadap perut bumi dengan memberikan gelombang mekanik pada bumi. Gelombang tersebut akan dijalarkan oleh bumi ke segala arah. Jika gelombang tersebut mengenai batuan yang mempunyai sifat elastisitas berbeda, gelombang tersebut sebagian akan dipantulkan dan sebagian akan diteruskan.

Gelombang yang dipantulkan ke permukaan bumi ini diterima oleh receiver dan waktu penjalaran gelombang ini dicatat. Dari serangkaian data waktu pemantulan, para ahli geofisika dapat memperkirakan jenis batuan yang dilalui gelombang dan memperkirakan adanya sumber minyak bumi, gas, atau mineral.

Jika kamu melanjutkan studi di perguruan tinggi jurusan Geofisika, kamu akan mempelajari teknik ini secara lebih mendalam dan kamu akan merasa kagum bagaimana Sains menjadi ujung tombak dalam sebuah eksplorasi minyak bumi, mineral, atau gas.

4) Sonar

Sebagian wilayah negara Indonesia adalah laut. Tidak heran jika Indonesia kaya akan ikan. Selain di pantai, ikan ditangkap para nelayan di perairan yang jauh dari pantai menggunakan kapal. Tidak setiap daerah di laut dihuni oleh ikan. Ada beberapa bagian laut yang banyak ikannya dan ada bagian laut yang sedikit ikannya. Bagaimana caranya supaya penangkapan ikan di laut menjadi efektif?

Kapal-kapal laut biasanya menggunakan sonar untuk menemukan daerah di laut yang banyak ikannya. Prinsip kerja sonar ini berdasarkan pada konsep pemantulan

gelombang. Dari permukaan, gelombang bunyi dijalarkan ke dalam laut. Gelombang suara ini menyebar ke kedalaman laut. Jika sebelum tiba di dasar laut, gelombang suara ini mengenai gerombolan ikan, gelombang suara ini sebagian akan dipantulkan kembali ke permukaan. Gelombang pantul ini akan diterima oleh alat dan langsung digambarkan dalam monitor. Nelayan dapat melihat gerombolan ikan di bawah kapal mereka. Dengan demikian, nelayan dapat menurunkan jaringnya untuk menangkap ikan-ikan tersebut. Penggunaan sonar ini akan lebih menguntungkan dan membuat suatu pelayaran akan lebih efektif.

C. Pengertian Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanik yang dalam perambatannya arahnya sejajar dengan arah getarnya. Bunyi merupakan contoh dari gelombang longitudinal. Bunyi atau suara adalah gelombang longitudinal yang merambat melalui medium, yang dihasilkan oleh getaran mekanis dan merupakan hasil perambatan energi. Sumber bunyi sebagai sumber getar memancarkan gelombang-gelombang longitudinal ke segala arah melalui medium baik padat, cair maupun gas. Sumber getar tersebut bisa saja berasal dari dawai/kawat, pipa organa, bahkan ombak di pantai. Kebanyakan suara merupakan gabungan berbagai sinyal, tetapi suara murni secara teoritis dapat dijelaskan dengan kecepatan getar atau frekuensi yang diukur dalam Hertz (Hz). Bunyi tunggal yang frekuensinya teratur dinamakan *nada*, sedangkan bunyi tunggal yang frekuensinya tidak teratur dinamakan *desis*. Amplitudo gelombang menentukan kuat-lemahnya suatu bunyi atau kenyaringan bunyi dengan pengukuran dalam decibel (dB). Semakin tinggi amplitudonya semakin nyaring bunyi tersebut. Bunyi pesawat yang lepas landas mencapai sekitar 120 dB. Sedang bunyi desiran daun sekitar 33 dB.

Syarat terdengarnya bunyi ada 3 macam, yaitu :

a) Adanya sumber bunyi

Benda-benda yang dapat menghasilkan bunyi disebut sumber bunyi. Contoh sumber bunyi adalah berbagai alat musik, seperti gitar, biola, piano, drum, terompet dan seruling.

b) Adanya perantara

Bunyi hanya dapat merambat melalui medium perantara. Contohnya udara, air, dan kayu. Tanpa medium perantara bunyi tidak dapat merambat sehingga tidak akan terdengar. Berdasarkan penelitian, zat padat merupakan medium perambatan bunyi yang paling baik dibandingkan zat cair dan gas.

c) Adanya pendengar

Bunyi dapat didengar apabila ada pendengar. Manusia dilengkapi indra pendengar, yaitu telinga sebagai alat pendengar. Getaran yang berasal dari benda-benda yang bergetar, sampai ke telinga kita pada umumnya melalui udara dalam bentuk gelombang. Karena gelombang yang dapat berada di udara hanya gelombang longitudinal, maka bunyi merambat melalui udara selalu dalam bentuk gelombang longitudinal. Kita perlu ingat bahwa gelombang longitudinal adalah perapatan dan perenggangan yang dapat merambat melalui ketiga wujud zat yaitu : wujud padat, cair dan gas.

Sifat-sifat bunyi meliputi :

- a) Merambat membutuhkan medium
- b) Merupakan gelombang longitudinal
- c) Dapat dipantulkan

Karakteristik bunyi ada beberapa macam antara lain :

- a) Nada adalah bunyi yang frekuensinya teratur.
- b) Desah adalah bunyi yang frekuensinya tidak teratur.
- c) Warna bunyi adalah bunyi yang frekuensinya sama tetapi terdengar berbeda.
- d) Dentum adalah bunyi yang amplitudonya sangat besar dan terdengar mendadak.

Cepat rambat bunyi, karena bunyi merupakan gelombang maka bunyi mempunyai cepat rambat yang dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu :

- a) Kerapatan partikel medium yang dilalui bunyi. Semakin rapat susunan partikel medium maka semakin cepat bunyi merambat, sehingga bunyi merambat paling cepat pada zat padat.

- b) Suhu medium, semakin panas suhu medium yang dilalui maka semakin cepat bunyi merambat. Hubungan ini dapat dirumuskan kedalam persamaan matematis ($v = v_0 + 0,6.t$) dimana v_0 adalah cepat rambat pada suhu nol derajat dan t adalah suhu medium.

Rumus cepat rambat bunyi :

$$V = s.t$$

Dimana :

v = Kecepatan (m/s)

s = Jarak sumber bunyi dan pendengar (m)

t = waktu bunyi merambat (s)

1. Macam-macam Bunyi

Bunyi berdasarkan frekuensinya dibedakan menjadi 3 macam yaitu

- Infrasonik adalah bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz. Makhluk yang bisa mendengar bunyiii infrasonik adalah jangkrik.
- Audiosonik adalah bunyi yang frekuensinya antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. atau bunyi yang dapat didengar manusia.
- Ultrasonik adalah bunyi yang frekuensinya lebihdari 20 kHz. makhluk yang dapat mendengar ultrasonik adalah lumba-lumba.

Bunyi Pantul

Bunyi pantul dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

- Bunyi pantul memperkuat bunyi asli yaitu bunyi pantul yang dapat memperkuat bunyi asli. Biasanya terjadi pada keadaan antara sumber bunyi dan dinding pantul jaraknya tidak begitu jauh (kurang dari 10 meter).
- Gaung adalah bunyi pantul yang terdengar hampir bersamaan dengan bunyi asli. Biasanya terjadi pada jarak antara 10 sampai 20 meter.
- Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli. Biasanya terjadi pada jarak lebih dari 20 meter

2. Frekuensi

Setiap bunyi yang didengar manusia selalu memiliki frekuensi tertentu. Untuk memenuhi frekuensi yang diharapkan, maka munculnya berbagai alat musik, misalnya seruling dan gitar. Saat bermain gitar, maka dawainya akan dipetik untuk mendapatkan frekuensi yang rendah atau tinggi. Tinggi rendahnya frekuensi bunyi yang teratur inilah yang dinamakan tinggi nada. Jadi, dapat disimpulkan bahwa tinggi nada bergantung pada frekuensi sumber bunyi.

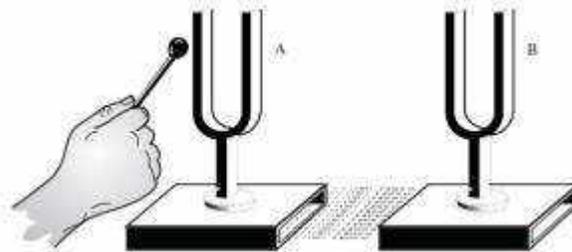
- a) Frekuensi tinggi → bunyi bernada tinggi.
- b) Frekuensi rendah → bunyi bernada rendah.
- c) Frekuensi yang dihasilkan oleh suatu sumber bunyi dapat diamati pada layar osiloskop. Bunyi dengan frekuensi rendah menghasilkan bentuk gelombang yang kurang rapat. Bunyi dengan frekuensi tinggi menghasilkan bentuk gelombang yang lebih rapat.
- d) Telinga manusia normal dapat mendengar bunyi yang frekuensinya antara 20 -20.000 Hz. Di luar batas-batas frekuensi bunyi tersebut manusia tidak dapat mendengarnya.
- e) Sumber bunyi dapat diperoleh dari sebuah generator audio. Generator audio dapat menghasilkan bermacam-macam frekuensi dan amplitudo gelombang bunyi. Jika frekuensi dibuat tetap, sedangkan amplitudonya diperbesar, akan didapatkan gelombang bunyi yang lebih kuat. Jika seseorang dekat dengan sumber bunyi, maka orang tersebut akan mendengar bunyi yang lebih kuat dibandingkan dengan orang yang berada lebih jauh dari sumber bunyi tersebut. Namun, keduanya mendengarkan frekuensi yang sama.
- f) Pada umumnya, sumber bunyi tidak bergetar hanya dengan nada dasar saja, tetapi diikuti oleh nada-nada atasnya. Gabungan antara nada-nada dasar dengan nada-nada atas yang mengikutinya akan menghasilkan warna bunyi tertentu yang khas pula bagi suatu alat tertentu. Bunyi yang khas yang dihasilkan oleh sumber bunyi ini disebut warna bunyi. Warna bunyi biola

tentunya lain dengan warna bunyi gitar. Demikian juga warna bunyi kedua alat ini akan berbeda pula dengan warna bunyi seruling, walaupun setiap alat musik tersebut memancarkan frekuensi sama. Perbedaan ini muncul karena nada atas yang menyertai nada dasarnya berbeda-beda. Nada dasar dan nada atas yang digabungkan akan menghasilkan nada yang bentuk gelombangnya berbeda dengan nada dasar, tetapi masih memiliki frekuensi tetap.

- g) Pola-pola terjadinya gelombang disebut pola gelombang. Kita akan membahas tinggi nada dan pola gelombang pada dawai dan pipa organa.

3. Resonansi

Resonansi sebuah benda akan terjadi jika benda tersebut memiliki frekuensi sama dengan benda yang sedang bergetar. Gejala ikut bergetarnya suatu benda karena getaran benda lain disebut resonansi. Dalam kehidupan sehari-hari, resonansi memegang peranan sangat penting. Suara dawai gitar dan beruk (sejenis kera) terdengar keras karena adanya peristiwa resonansi.



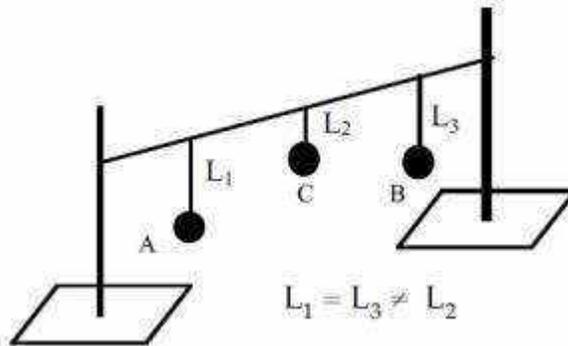
- a) Resonansi oleh Garputala

Gambar di atas dua buah garpu tala yang mempunyai frekuensi sama diletakkan pada kotak yang diberi kotak udara. Jika garpu tala A kemudian digetarkan dengan cara dipukul dengan alat pemukul dan dibiarkan bergetar beberapa saat kemudian dipegang hingga berhenti bergetar, ternyata garpu tala B yang didekatnya terlihat masih bergetar.

Hal tersebut bisa terjadi karena getaran yang dihasilkan oleh garpu tala A merambat di udara dan menggetarkan garpu tala B. Peristiwa itu disebut resonansi. Tetapi sekiranya frekuensi garpu tala B tidak sama dengan frekuensi garpu tala A, maka garpu tala B tidak akan bergetar. Jadi, dapat disimpulkan resonansi adalah ikut bergetarnya suatu sumber bunyi akibat sumber bunyi yang lain.

Syarat terjadinya resonansi adalah frekuensi sumber-sumber bunyi tersebut sama. Akibat resonansi yaitu dapat memperkuat bunyi aslinya. Beberapa alat yang dapat menunjukkan peristiwa resonansi antara lain sebagai berikut.

b) Resonansi Pada Beban yang digantung dengan Tali



Tiga buah batu yang digantung dengan benang

Pada saat beban A diayun ternyata beban B ikut berayun, beban C diam.

Pada saat beban B diayun ternyata beban A ikut berayun, beban C diam.

Pada saat beban C diayun beban A diam dan beban B diam.

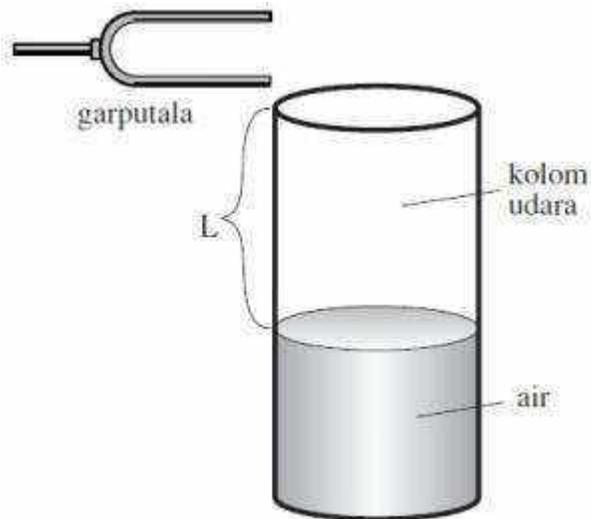
Maka pada beban yang digantung dengan tali dapat diambil kesimpulan agar dapat terjadi resonansi panjang tali penggantung harus sama.

c) Resonansi Kolom Udara

Jika garpu tala dengan frekuensi tertentu dibunyikan di atas kolom udara, kemudian kolom udara digerakkan naik turun, maka suatu saat terdengar bunyi yang lebih keras dari bunyi aslinya secara berulang-ulang. Pada saat terdengar bunyi yang keras dari bunyi aslinya tersebut dikatakan dalam kolom udara terjadi peristiwa resonansi.

Pada saat terjadi perkerasan pertama dikatakan terjadi resonansi I.

Pada saat terjadi perkerasan kedua dikatakan terjadi resonansi II.



Resonansi Kolom Udara

Pada saat terjadi perkerasan ketiga dikatakan terjadi resonansi III dan seterusnya

Resonansi I syaratnya jika $L = 1/4 \lambda$

Resonansi II syaratnya jika $L = 3/4 \lambda$

Resonansi III syaratnya jika $L = 5/4 \lambda$

Keterangan:

L adalah panjang kolom udara di atas permukaan air.

λ adalah panjang gelombang bunyi yang terbentuk.

Dengan percobaan resonansi pada kolom udara tersebut dapat ditentukan kecepatan bunyi di udara pada saat itu dengan menggunakan persamaan:

$$V = \lambda \cdot f$$

Dimana :

v adalah kecepatan bunyi (dalam m/detik)

λ adalah panjang gelombang (dalam meter)

f adalah frekuensi sumber bunyi (dalam Hz)

Jika getaran yang didengar lebih kuat, ini menunjukkan adanya resonansi dari udara di dalam tabung. Dengan demikian adanya resonansi bunyi, mengakibatkan bunyi asli menjadi lebih keras. Pada alat-alat seperti gitar, biola, kentongan, beduk, dan lain-lain diberi kotak yang berisi udara. Hal ini dimaksudkan karena udara mudah beresonansi maka bunyi yang dihasilkan oleh alat-alat tersebut menjadi lebih keras.

d) Resonansi Selaput Tipis

Bagian yang sangat penting pada telinga kita adalah gendang pendengaran. Bagaimana jika gendang pendengaran kita rusak? Selaput gendang sangat mudah beresonansi. Jika ada bunyi dari luar yang masuk lewat lubang telinga maka selaput gendang pendengaran akan bergetar. Dengan adanya getaran ini, terjadilah resonansi.

Akibat resonansi, kita dapat mendengar bunyi-bunyi di sekitar kita. Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa syarat terjadinya resonansi adalah :

- a) frekuensinya sama;
- b) ada selaput tipis;
- c) ada ruang udara yang panjangnya sama dengan bilangan ganjil $\frac{1}{4}$ kali panjang gelombang.

e) Resonansi dapat Memperkuat Bunyi Asli

Bunyi yang dihasilkan garpu tala sebenarnya tidak terlalu keras. Namun, ketika terjadi resonansi dengan kolom udara, suara garpu tala menjadi cukup nyaring terdengar. Di sekitar selaput suara manusia terdapat udara. Ketika selaput suara bergetar, udara ini akan ikut bergetar. Getaran udara ini akan mengakibatkan suara manusia terdengar nyaring.

4. Kerugian Akibat Resonansi

Tidak selamanya resonansi menguntungkan. Bunyi ledakan bom yang sangat keras dapat menimbulkan getaran yang dapat meruntuhkan gedung-gedung. Getaran kereta api yang lewat menyebabkan bagianbagian rumah yang ada di pinggir rel ikut bergetar. Jika hal ini terjadi terus-menerus dan dalam waktu yang lama maka rumah akan cepat rusak karena proses resonansi.

5. Pemantulan Bunyi

Pemantulan bunyi terjadi karena gelombang bunyi menabrak bidang pantul kemudian gelombang bunyi tersebut dipantulkan oleh bidang pantul tersebut. Ketika kita mendengar suara petir, mungkin kita juga akan mendengar suara susulan yang merupakan gema suara aslinya. Suara susulan ini terjadi akibat adanya bunyi yang menumbuk dinding penumbuk, kemudian dipantulkan oleh dinding itu. Tidak semua bunyi yang mengenai dinding pemantul akan dipantulkan. Ada sebagian bunyi tersebut yang diserap dinding pemantul. Kemampuan suatu permukaan dalam memantulkan bunyi tergantung pada keras lunaknya permukaan.



Hukum Pemantulan Bunyi

Pemantulan bunyi mengikuti suatu aturan hukum pemantulan bunyi sebagai berikut. “Bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak dalam satu bidang datar. Sudut datang sama besar dengan sudut pantul”.



Sudut datang adalah sudut antara bunyi datang dengan garis normal. Sudut pantul adalah sudut antara bunyi pantul dengan garis normal. Garis normal adalah garis tegak lurus bidang pantul melalui titik jatuh bunyi datang.

Bunyi pantul dapat memperkuat bunyi asli jika jarak dinding pantul tidak jauh dari sumber bunyi. Misalnya, bunyi kereta api ketika masuk terowongan akan terdengar semakin kuat. Dari uraian itu dapat disimpulkan bahwa kuat bunyi yang didengar tergantung pada:

- amplitudo sumber bunyi;
- jarak antara sumber bunyi dengan pendengar;
- resonansi yang terjadi;
- serta adanya dinding pemantul yang sesuai.

1. Macam-Macam Pemantulan Bunyi

a. Bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli

Suara gurumu di dalam kelas akan lebih keras dibandingkan dengan suara guru olah ragamu di lapangan. Itu dikarenakan suara di dalam ruangan akan dipantulkan oleh dinding-dinding ruangan.

b. Gaung atau kerdam

Bunyi pantul yang datangnya hanya sebagian yang bersamaan dengan bunyi asli sehingga bunyi asli menjadi tidak jelas disebut gaung atau kerdam.

Gaung atau kerdam dapat terjadi di gedung bioskop, gedung pertunjukan, gedung pertemuan, studio radio, dan lain-lain. Untuk menghindari terjadinya gaung, pada dinding gedung-gedung tersebut biasanya dilapisi bahan yang dapat meredam

bunyi disebut bahan akustik. Misalnya, kain wol, kapas, karton, papan karton, gabus, dan karet busa.

c. Gema

Bunyi pantul dapat terdengar dengan jelas seperti bunyi aslinya karena antara bunyi pantul dengan bunyi asli tidak saling mengganggu. Hal ini dimungkinkan jika jarak antara dinding pemantul dengan sumber bunyi jauh. Karena jarak yang jauh, bunyi akan berjalan menempuh jarak yang jauh. Waktu yang digunakan untuk memantul juga lama. Ketika bunyi asli sudah selesai diucapkan, bunyi pantul mungkin masih di perjalanan. Akibatnya, bunyi pantul terdengar jelas setelah bunyi asli. Bunyi pantul yang terdengar jelas setelah bunyi asli disebut gema. Gema dapat terjadi di lereng-lereng gunung atau di lembah-lembah.

2. Manfaat Bunyi Pantul

a. Pengukuran jarak dengan gema

Dalam satu sekon biasanya dapat diucapkan lima suku kata. Berapa waktu yang diperlukan untuk mengucapkan satu suku kata? Untuk mendapatkan gema dari satu suku kata, bunyi pantul harus datang secepat-cepatnya setelah $\frac{1}{5}$ sekon, yaitu setelah suku kata tersebut selesai diucapkan. Dengan demikian, selama $\frac{1}{5}$ sekon bunyi telah menempuh jarak dua kali jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul. Jadi, untuk 1 suku kata, jarak dinding pemantul adalah :

$$d = \frac{v \times \frac{1}{5}}{2} = \frac{1}{10}v$$

Untuk n suku kata, jarak dinding pemantul adalah

$$d = \frac{1}{10}nv$$

Waktu terdengar gema, artinya bunyi telah menempuh jarak tersebut pergi-pulang. Jika jarak d dan waktu yang dibutuhkan t maka kecepatan bunyinya adalah :

$$v = \frac{2d}{t} \text{ atau } d = \frac{vt}{2}$$

b. Pengukuran kedalaman laut dengan pemantulan bunyi

Bagaimana mengukur kedalaman laut? Sebuah sumber getar yang disebut osilator dipasang pada dinding kapal bagian bawah. Di dekat osilator dipasang hidrofون, yaitu alat yang dapat menangkap getaran.

Untuk mengukur kedalaman laut, osilator digetarkan. Getaran ultrasonik yang dihasilkannya diarahkan ke dasar laut. Oleh dasar laut, getaran ini dipantulkan dan diterima hidrofون. Sebuah alat pencatat akan mencatat selang waktu antara getaran dikirim dan getaran pantul yang diterima. Jika cepat rambat bunyi di air laut diketahui maka kedalaman laut dapat dihitung.

Bunyi dapat dipantulkan. Bunyi pantul yang terdengar setelah terdengarnya bunyi asli disebut gema. Bunyi pantul yang sebagian terdengar bersamaan dengan bunyi asli disebut gaung atau kerdam dari bunyi pantul tersebut.

6. Efek Doppler

Efek Doppler ditemukan oleh ilmuwan fisika asal Austria yang bernama Christian Johann Doppler. Efek Doppler menjelaskan fenomena yang berkaitan dengan pergerakan sumber bunyi terhadap pendengar yang relatif satu sama lain dan menyebabkan frekuensi yang didengar berbeda dari frekuensi yang dihasilkan sumber bunyi.

Misalnya, ketika sebuah ambulans yang membunyikan sirinnya bergerak mendekati seseorang yang sedang berdiri di bahu jalan, maka bunyi yang akan terdengar makin tinggi. Ketika ambulans tersebut bergerak menjauh maka bunyi sirine yang terdengar akan semakin mengecil.

Efek Doppler dirumuskan sebagai berikut:

Dalam rumus efek Doppler ada beberapa perjanjian tanda nih Squad.

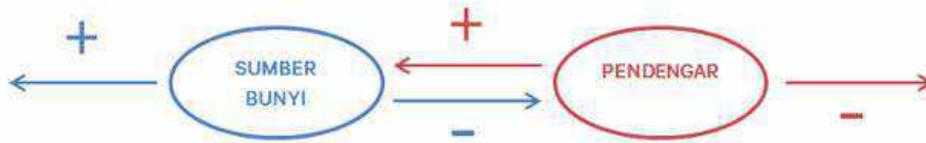
v_s bernilai positif (+) jika sumber bunyi menjauhi pendengar.

v_s bernilai negatif (-) jika sumber bunyi mendekati pendengar.

v_p bernilai positif (+) jika pendengar mendekati sumber bunyi.

v_p bernilai negatif (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi.

Agar lebih mudah dalam mengingat tanda perhatikan ilustrasi berikut:



Pengertian Efek Doppler

Efek Doppler adalah perubahan frekuensi atau panjang gelombang suatu gelombang pada seorang penerima yang sedang bergerak relatif terhadap sumber gelombang. Efek Doppler dinamakan berdasarkan seorang ilmuwan Austria, Christian Doppler, yang pertama kali menjelaskan fenomena tersebut pada tahun 1842. Efek Doppler dapat ditemukan pada segala jenis gelombang, seperti gelombang air, gelombang suara, gelombang cahaya, dan lain-lain.

Bahasan kali ini adalah fenomena Efek Doppler yang terjadi pada gelombang suara, pendengar merupakan penerima gelombang.

Jika kita (pendengar) sedang diam dan mendengar suara dari sumber suara yang juga diam, maka suara yang kita dengar akan memiliki frekuensi yang sama dengan sumber suara. Namun, Efek Doppler akan terjadi saat sumber suara bergerak terhadap pendengar ataupun sebaliknya. Contohnya adalah ketika kita mendengar mobil bersirine yang sedang melaju ke arah kita, maka kita akan mendengar bunyi sirine yang makin tinggi (pitch atau frekuensi suara makin tinggi); kemudian saat mobil tersebut telah melewati kita dan makin menjauh, bunyi sirine akan makin mengecil

(pitch makin rendah). Inilah fenomena Efek Doppler, yakni perubahan frekuensi suara yang dihasilkan oleh sumber suara yang bergerak.

Rumus Efek Doppler

Efek Doppler dapat dirumuskan dengan:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \times f_s$$

dimana:

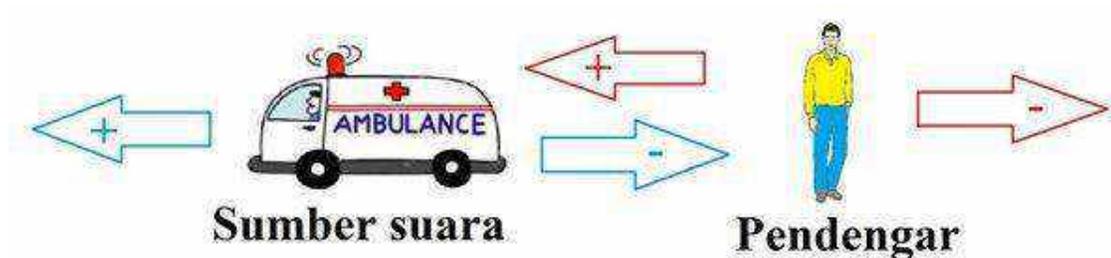
f_p adalah frekuensi yang didengar oleh pendengar (Hz)

f_s adalah frekuensi yang dikeluarkan oleh sumber suara (Hz)

v adalah kecepatan suara di udara (m/s)

v_p adalah kecepatan pendengar -jika bergerak- (m/s)

v_s adalah kecepatan sumber suara -jika bergerak- (m/s)



Pemakaian tanda positif dan negatif untuk sumber suara dan pendengar

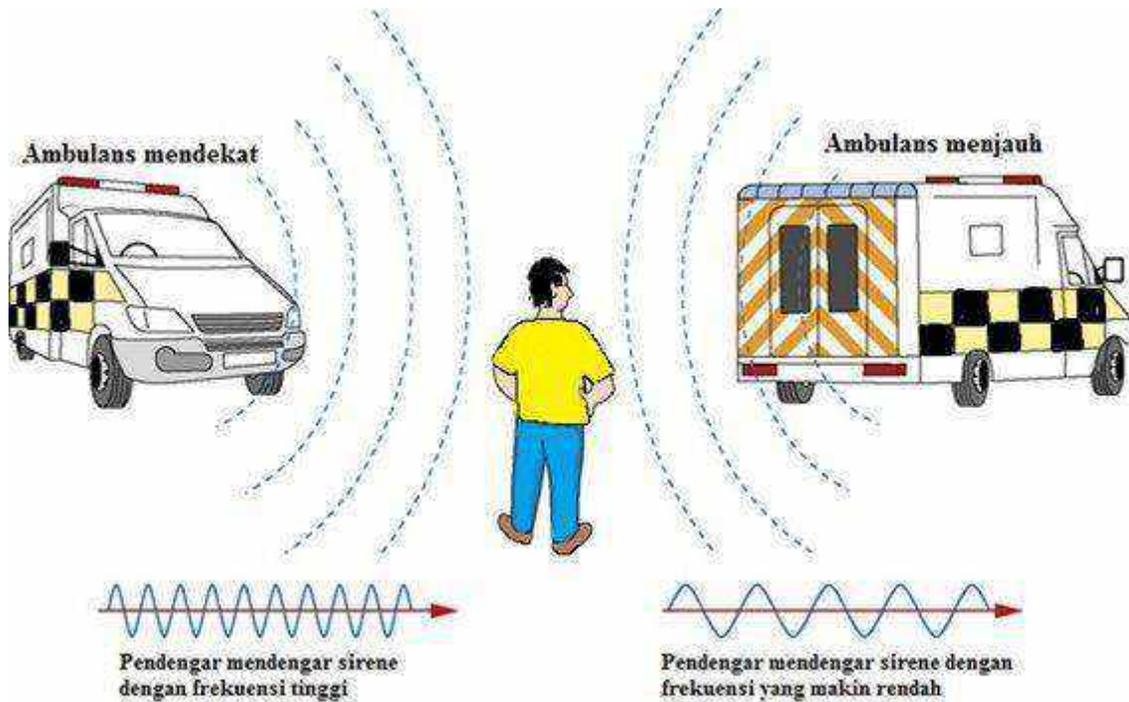
Perhatikan rumus diatas, tanda \pm di atas dapat berarti + (positif) ataupun - (negatif) tergantung kondisi si pendengar dan juga sumber suara. Berikut ini perjanjian mengenai pemakaian tanda plus dan minus tersebut:

v_p bernilai + (positif) jika si pendengar mendekati sumber suara, dan bernilai - (negatif) jika menjauhi sumber suara

v_s bernilai + (positif) jika sumber suara menjauhi pendengar, dan bernilai - (negatif) jika mendekati pendengar

Aplikasi Efek Doppler

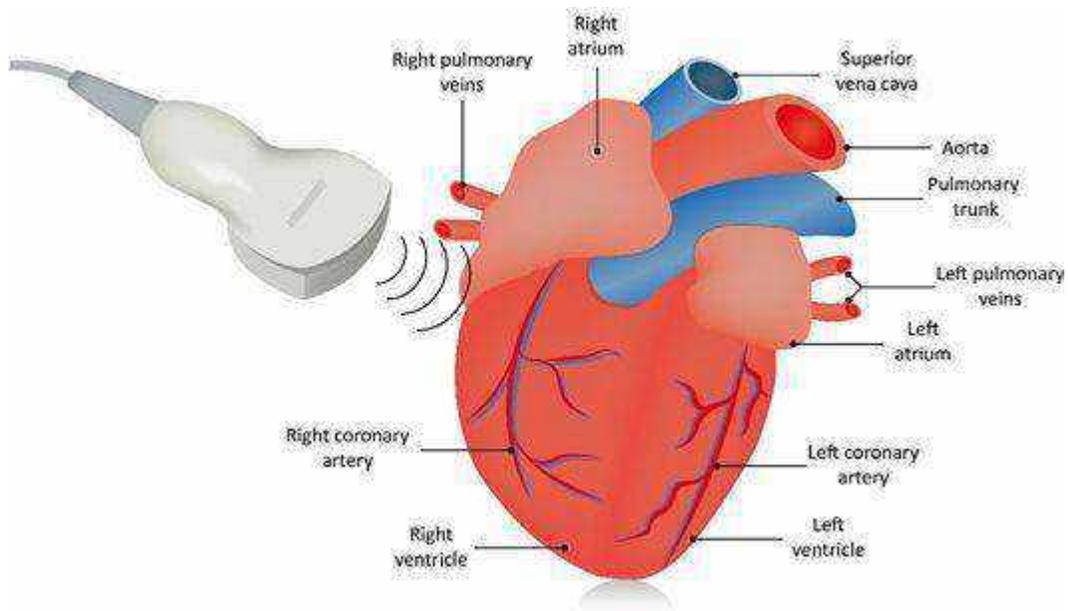
Sirene – Suara yang dikeluarkan sirene pada mobil ambulans, polisi, ataupun pemadam kebakaran dirancang untuk memanfaatkan efek Doppler semaksimal mungkin sehingga pendengar akan makin waspada terhadap mobil-mobil tersebut saat bergerak mendekati pendengar.



diolah dari pindaddy.com

Radar – Efek Doppler dipakai pada aplikasi beberapa jenis radar untuk mengukur kecepatan objek yang diamati. Dengan mengukur perubahan frekuensi yang diterima, maka kita dapat mengukur kecepatan objek tersebut.

Kesehatan – Echocardiogram merupakan perangkat kesehatan yang menggunakan fenomena efek Doppler untuk mengukur kecepatan aliran darah dan karakteristik jaringan tissue secara akurat. Alat ini juga dapat menghasilkan gambar jantung dan aliran-aliran darah dengan menggunakan suara ultrasonik Doppler 2 dimensi dan 3 dimensi.



sumber: firstcoastheart.com

Industri – Terdapat beberapa instrumen yang digunakan insinyur untuk mengetahui kecepatan aliran fluida di dalam pipa ataupun aliran eksternal seperti Laser Doppler velocimeter (LDV), acoustic Doppler velocimeter (ADV), dan Ultrasonic Doppler velocimetry (UDV) yang menggunakan prinsip efek Doppler. LDV dapat juga dipakai untuk mengukur getaran tanpa kontak langsung dengan permukaan yang akan diukur.



sumber: bmnorthamericaproduct.blob.core.windows.net

Komunikasi – Satelit komunikasi yang mengorbit bumi setiap saat dapat mengalami fenomena efek Doppler akibat perubahan ketinggian permukaan bumi yang dilewati. Maka, diperlukan suatu kompensasi Doppler Dinamik agar satelit dapat menerima sinyal dengan frekuensi yang konstant.

Astronomi – Fenomena Efek Doppler terjadi di luar angkasa. Perubahan frekuensi gelombang elektromagnetik dihasilkan dari bintang-bintang yang bergerak di galaksi kita dan di luar galaksi. Efek Doppler digunakan untuk mencari informasi mengenai karakteristik bintang-bintang tersebut dan galaksi-galaksi.

7. Peran Bunyi dalam Kehidupan Sehari-hari

Manfaat gelombang bunyi (gelombang ultrasonik)

a) Pemanfaatan untuk Sonar (Sound Navigation Ranging)

Sonar merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menentukan letak benda di bawah laut dengan menggunakan metode pantulan gelombang. Pantulan gelombang oleh suatu permukaan atau benda sehingga jenis gelombang yang lebih lemah terdeteksi tidak lama setelah gelombang asal disebut gema. Gema merupakan bunyi yang terdengar tidak lama setelah bunyi asli. Perlambatan antara kedua gelombang menunjukkan jarak permukaan pemantul. Penduga gema (echo sounder) ialah peralatan yang digunakan untuk menentukan kedalaman air di bawah kapal. Kapal mengirimkan suatu gelombang bunyi dan mengukur waktu yang dibutuhkan gema untuk kembali, setelah pemantulan oleh dasar laut. Selain kedalaman laut, metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui lokasi karang, kapal karam, kapal selam, atau sekelompok ikan.

b) Pencitraan Medis

Bunyi ultrasonik digunakan dalam bidang kedokteran dengan menggunakan teknik pulsa-gema. Teknik ini hampir sama dengan sonar. Pulsa bunyi dengan frekuensi tinggi diarahkan ke tubuh, dan pantulannya dari batas atau pertemuan antara organ-organ dan struktur lainnya dan luka dalam tubuh kemudian

dideteksi. Dengan menggunakan teknik ini, tumor dan pertumbuhan abnormal lainnya, atau gumpalan fluida dapat dilihat. Selain itu juga dapat digunakan untuk memeriksa kerja katup jantung dan perkembangan janin dalam kandungan. Informasi mengenai berbagai organ tubuh seperti otot, jantung, hati, dan ginjal bisa diketahui.

Frekuensi yang digunakan pada diagnosis dengan gelombang ultrasonik antara 1 sampai 10 MHz, laju gelombang bunyi pada jaringan tubuh manusia sekitar 1.540 m/s, sehingga panjang gelombangnya adalah:

$$\lambda = v/f = (1.540 \text{ m/s}) / (10^6 \text{ s}^{-1}) = 1,5 \times 10^{-3} = 1,5 \text{ mm}.$$

Panjang gelombang ini merupakan batas benda yang paling kecil yang dapat dideteksi. Makin tinggi frekuensi, makin banyak gelombang yang diserap tubuh, dan pantulan dari bagian yang lebih dalam dari tubuh akan hilang. Pencitraan medis dengan menggunakan bunyi ultrasonik merupakan kemajuan yang penting dalam dunia kedokteran. Metode ini dapat menggantikan prosedur lain yang berisiko, menyakitkan, dan mahal. Cara ini dianggap tidak berbahaya.

c) Terapi Medis menggunakan Bunyi Ultrasonik

Dalam dunia kedokteran, gelombang ultrasonik digunakan dalam diagnosa dan pengobatan. Diagnosa dengan menggunakan gelombang ultrasonik berupa USG (ultrasonografi), dapat digunakan untuk mengetahui janin di dalam kandungan. Pengobatan meliputi penghancuran jaringan yang tidak diinginkan dalam tubuh, misalnya batu ginjal atau tumor, dengan menggunakan gelombang ultrasonik berintensitas tinggi (setinggi 10^7 W/m^2) yang kemudian difokuskan pada jaringan yang tidak diinginkan tersebut. Selain itu bunyi ultrasonik juga digunakan untuk terapi fisik, yaitu dengan memberikan pemanasan lokal pada otot yang cedera.

1) Penerapan dalam Bidang Industri

Dalam dunia industri, dengan menggunakan bor-bor ultrasonik dapat dibuat berbagai bentuk atau ukuran lubang pada gelas dan baja.

2) Mengetahui Keadaan Bagian dalam Bumi

Pergeseran tiba-tiba segmen-segmen kerak bumi yang dibatasi zona patahan dapat menghasilkan gelombang seismik. Ini memungkinkan para ahli geologi dan geofisika untuk memperoleh pengetahuan tentang keadaan bagian dalam Bumi dan membantu mencari sumber bahan bakar fosil baru. Ada empat tipe gelombang seismik, yaitu gelombang badan P, gelombang badan S, gelombang permukaan Love, dan gelombang permukaan Rayleigh. Alat yang digunakan untuk mendeteksi gelombang-gelombang ini disebut seismograf, yang biasanya digunakan untuk mendeteksi adanya gempa bumi. Seperti semua gelombang, laju gelombang seismik bergantung pada sifat medium, rigiditas, ketegaran, dan kerapatan medium. Grafik waktu perjalanan dapat digunakan untuk menentukan jarak stasiun seismograf dari episenter gempa bumi.

SOAL DAN CONTOH SOAL

1. Bandul bola besi berayun dari A - B - C selama 0,6 sekon. Jarak A - C = 15 cm.

Tentukan:

- a) periode ayunan
- b) frekuensi ayunan

Pembahasan :

Diketahui : $t = 0,6$ sekon

$$s = 15 \text{ cm}$$

Ditanya :

- a) T ?
- b) F ?

Jawab :

- a) Periode Ayunan Periode ayunan adalah waktu yang diperlukan bandul besi dari titik A kembali lagi ke A (A - B - C - B - A) yaitu dua kali waktu dari A -

C. Jadi periodenya:

$$T = 2 \times 0,6 = 1,2 \text{ sekon}$$

- b) Frekuensi Ayunan

Frekuensi ayunan jika periodenya telah diketahui gunakan saja:

$$f = 1/T$$

$$f = 1/1,2$$

$$f = 0,83 \text{ Hz}$$

2. Sebuah bandul sederhana mempunyai tali 90 cm dan beban bermassa gram. Titik tertinggi beban adalah 10 cm di atas titik terendah. Jika percepatan gravitasi 10 m/s^2 , tentukan periode dan frekuensi bandul.
3. Sebuah beban bermassa 250 gram digantung dengan sebuah pegas yang memiliki konstanta 100 N/m kemudian disimpangkan hingga terjadi getaran selaras. Tentukan periode dan frekuensi getarannya!

4. Tentukan Frekuensi dari sebuah bandul yang bergetar selama 1 menit . Tentukan Frekuensi bandul jika bergetar sebanyak 15 getaran!
5. Sebuah Frekuensi pada bandul adalah 0,02 s. Tentukan periode bandul tersebut!
6. Sebuah tali dengan panjang 6 m, ujungnya digerakkan sehingga membentuk 2 puncak dan 2 lembah. Waktu yang diperlukan untuk membentuk 1 bukit dan 1 lembah adalah 1,5 sekon. Hitunglah kecepatan gelombang tersebut!
7. Sebuah kereta api bergerak dengan kecepatan 72 km/jam mendekati stasiun sambil membunyikan peluit yang berfrekuensi 940 Hz. Kecepatan bunyi di udara 340 m/s. Bunyi yang didengar oleh orang yang berada di stasiun berfrekuensi...
8. Sumber bunyi memancarkan bunyi dengan frekuensi 500 Hz saling mendekat dengan pendengar. Kecepatan sumber bunyi 40 m/s dan kecepatan pendengar 50 m/s. Jika kecepatan bunyi di udara adalah 340 m/s, frekuensi bunyi yang didengar oleh pendengar adalah...
9. Sebuah mobil polisi dengan sirine menyala yang berfrekuensi 940 Hz bergerak dengan kecepatan 90 km/jam mendekati seseorang yang sedang berdiri di pinggir jalan. Jika kecepatan suara di udara sebesar 340 m/s, berapa frekuensi bunyi sirine yang didengar oleh orang tersebut?
10. Sebuah mobil polisi dengan sirine menyala yang berfrekuensi 940 Hz bergerak dengan kecepatan 90 km/jam mengejar seorang pelaku kriminal yang sedang melaju menjauh dari polisi dengan kecepatan 72 km/jam. Jika kecepatan rambat suara di udara sebesar 340 m/s, berapa frekuensi bunyi sirine yang didengar oleh pelaku tersebut?

11. Ledakan petasan terdengar 4 sekon setelah terlihat percikan api. Berapa laju rambat bunyi di udara km? (laju rambat cahaya di udara diabaikan)saat itu jika jarak antara petasan dengan pengamat 1,2

Daftar pustaka

Douglas C Giancoli. (2016). Global Edition. Pearson. www.pearsonglobaleditions.com

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). Fundamentals of physics. John Wiley & Sons.

Young, H. D., Freedman, R. A., Sandin, T. R., & Ford, A. L. (1996). University Physics (9th ed.). Addison-Wesley

BAB VIII

CAHAYA DAN ALAT OPTIK

Kompetensi :

1. Menyelidiki sifat-sifat cahaya dan hubungannya dengan berbagai bentuk cermin dan lensa
2. Mendeskripsikan alat-alat optik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

Ketika kita melihat benda-benda yang ada di sekitar kita, sesungguhnya pada saat bersamaan ada cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda itu. Cahaya tersebut berasal dari suatu sumber yang dinamakan sumber cahaya. Pertanyaannya, apa yang dimaksud dengan cahaya? Apa saja yang menjadi sumber cahaya? Bagaimana sifat-sifat cahaya? Mengapa cahaya bisa kita rasakan atau kita amati? Dalam Bahan Belajar Mandiri ini akan dibahas mengenai konsep cahaya, sifat-sifat cahaya sebagai gelombang, pemantulan cahaya dan pembiasan cahaya.

A. Cahaya

1. Pengertian Cahaya

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik menjadi sumber berjalannya kehidupan di bumi bahkan di seluruh jagat raya ini. Tanpa ada cahaya kehidupan juga tidak ada, karena cahaya merupakan syarat/diperlukan dalam proses fotosintesis tumbuhan. Jika tidak ada fotosintesis maka tumbuhan akan mati, jika tumbuhan mati maka hewan dan manusia juga mati. Cahaya dapat digunakan untuk melihat, belajar, mengembangkan ilmu pengetahuan, menggunakan peralatan-peralatan, dapat mengukur jarak antar benda-benda angkasa, mengukur kedalaman laut, bahkan dapat mengintip benda angkasa yang tersembunyi di jagat raya yang sangat luas ini. Dengan cahaya dapat melihat isi perut manusia, bayi dalam kandungan, kondisi otak yang ada di kepala, patahnya tulang, struktur atom benda padat, bahkan benda yang berukuran mikroskopis seperti sel, bakteri, dan benda-benda mikro lainnya. Untuk keperluan komunikasi menggunakan sinyal cahaya melalui serat optik dapat dikirimkan beribu

bahkan berjuta-juta informasi dengan kecepatan yang sangat tinggi sehingga setiap detik dapat diterima berita di seluruh dunia. Dengan serat optik orang juga dapat berkomunikasi dengan melihat langsung pada jarak yang sangat jauh.

Cahaya merupakan faktor mutlak dalam pembelajaran optik geometri. Dalam materi tersebut cahaya diperlukan sebagai sarana untuk membentuk bayangan yang dibentuk semua alat-alat optik seperti mata, lensa, lup, mikroskop, teleskop dan alat optik lainnya. Semua alat optik ini tidak akan berfungsi jika tidak ada cahaya sebagai sarana pembentukan bayangan. Mata dalam melihat diperlukan cahaya dengan proses bahwa cahaya dipantulkan oleh benda yang sedang dilihat ke mata. Oleh lensa mata, bayangan benda difokuskan ke retina, dan oleh retina diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian disalurkan ke otak manusia, baru sadar bahwa seseorang melihat benda.

2. Sifat-sifat Cahaya

Cahaya (dan semua bentuk radiasi elektromagnetik yang lain) adalah suatu bentuk yang fundamental dan ilmu fisika masih berusaha untuk memahaminya. Pada tingkat yang dapat diamati, cahaya menunjukkan dua perilaku yang tampaknya berlawanan, yang digambarkan secara kasar melalui model-model gelombang dan partikel. (Frederick J. Bueche, Eugene Hecht, 2006:239)

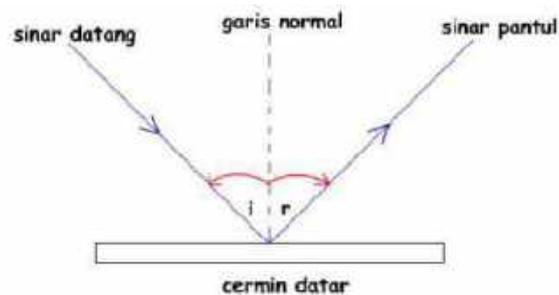
Selain itu cahaya juga mempunyai sifat yang berkaitan dengan partikel, karena energinya tidak disebarkan merata pada muka gelombang, melainkan dilepaskan dalam bentuk buntelan-buntelan seperti partikel, sebuah buntelan diskrit (kuantum) energi elektromagnet ini dikenal sebagai sebuah foton. (Kenneth Krane, 1992:77)

Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik selain memiliki sifat merambat lurus, juga memiliki sifat-sifat gelombang lainnya seperti:

- a. Cahaya dapat dipantulkan (refleksi)
- b. Cahaya dapat dibiaskan (refraksi)
- c. Cahaya dapat dilenturkan (difraksi)
- d. Cahaya dapat diuraikan (dispersi)

- e. Cahaya dapat digabungkan (interferensi)
 - f. Cahaya dapat dikutubkan (polarisasi)
3. Pemantulan dan pembiasan cahaya
- a. Hukum pemantulan

Dalam pemantulan cahaya berlaku Hukum Snellius tentang pemantulan cahaya.



Gambar 1. Pemantulan Cahaya

Berdasarkan gambar 2.4, maka hukum Snellius dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar dan bertemu pada satu titik.
- b) Sudut datang (i) besarnya sama dengan sudut pantul (r).

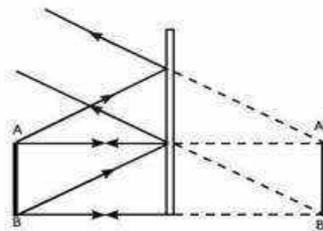
Berdasarkan arah sinar pantulnya, maka pemantulan cahaya dapat dibagi menjadi dua jenis:

- a) Pemantulan teratur, yaitu pemantulan cahaya yang terjadi pada permukaan benda yang rata. Dan akan menghasilkan sinar-sinar pantul yang sejajar.
- b) Pemantulan baur/difus, yaitu pemantulan cahaya yang terjadi pada permukaan tidak rata.

Ketika cahaya menimpa permukaan beda sebagian cahaya di pantulkan. Sisanya diserap oleh benda (dan diubah menjadi energi panas) atau jika benda tersebut transparan seperti kaca atau air, sebagian diteruskan. Lebih dari 95% cahaya yang bisa di pantulkan.

- 1) Pemantulan cahaya pada permukaan bidang datar

Benda bening seperti cermin datar dapat memantulkan cahaya yang jatuh pada cermin datar dengan mengikuti aturan hukum pemantulan. Cermin datar membentuk bayangan yang tegak, dengan busuran yang sama dengan bendanya, dan bayangannya berada dalam jarak yang sama dari permukaan pantul dengan jarak benda dipermukaan cermin. Bayangan tersebut maya, yaitu bayangan yang tidak akan muncul pada layar yang diletakkan pada posisi bayangan karena cahaya tidak memusat di sana



Gambar 2. Pemantulan cahaya pada cermin datar

Benda nyata A berada di depan permukaan pantul. Bayangan A' yang terbentuk bersifat maya, sama besar, dan tegak. Posisi bayangan berada di belakang cermin. Besarnya jarak benda (s_0) = jarak bayangan (s_i), tetapi keduanya mempunyai tanda yang berbeda karena saling berseberangan. Perbesaran bayangan pada cermin datar dapat dituliskan:

$$M = \frac{-s_i}{s_o} = \frac{h'}{h}$$

Dengan: h' = tinggi bayangan

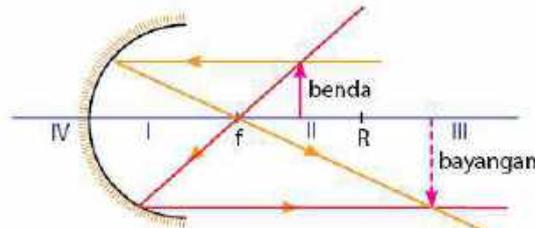
h = tinggi benda

2) Pemantulan cahaya pada permukaan sferis (lengkung)

Pada pemantulan cahaya yang dilakukan oleh permukaan sferis (lengkung), hukum pemantulan memegang peranan penting dalam pembentukan bayangan. Bayangan yang terbentuk mempunyai sifat – sifat yang berbeda tergantung dimana posisi bendanya berada. Maka kita perlu mengetahui sinar – sinar istimewa.

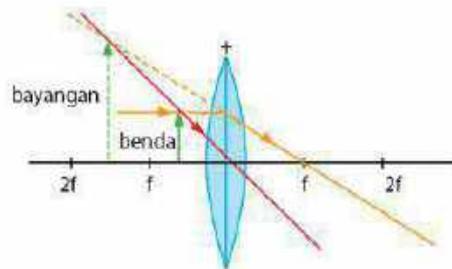
a) Sinar – sinar istimewa pada permukaan sferis cekung:

- (1) Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan menjauhi titik fokus (F)
- (2) Sinar datang melalui titik fokus (F) dipantulkan sejajar sumbu utama
- (3) Sinar yang menuju titik pusat kelengkungan (P) akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan (P)



Gambar 3. Sinar cahaya pada cermin cekung

- 3) Sinar – sinar istimewa pada permukaan sferis cembung:
 - (1) Sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan seolah – olah datangnya dari titik fokus (F)
 - (2) Sinar datang menuju titik fokus (F) akan dipantulkan sejajar sumbu utama
 - (3) Sinar yang menuju titik pusat kelengkungan (P) akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan (P)



Gambar 4. Sinar cahaya pada cermin cembung

Dari pelukisan jalannya sinar, tampak satu hal penting bila diperhatikan, yaitu bahwa bayangan akan selalunya, apabila bendanya terletak di depan permukaan pantul dari cermin cembung. Hal ini terjadi karena perpotongan sinar – sinar pantulnya akan bertemu di depan cermin. Pembagian ruang pada cermin cembung meliputi ruang I (antara O – F), ruang II (antara F – P), ruang III

(antara P – tak terhingga), dan ruang IV (ruang didepan cermin).

4) Hubungan jarak benda (s_o), jarak bayangan (s_i), jarak fokus (f)

Hubungan antara ketiga besaran s_o (jarak benda), s_i (jarak bayangan), f (jarak fokus) ditunjukkan oleh Gauss melalui persamaan:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}$$

Perbesaran bayangan yang terbentuk dapat dihubungkan dengan persamaan:

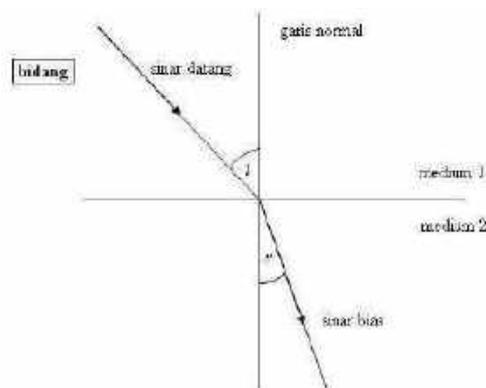
$$M = \frac{-s_i}{s_o} = \frac{h'}{h}$$

Dengan: $h' =$ tinggi bayangan

$h =$ tinggi benda

b. Pembiasan Cahaya

Seberkas cahaya yang datang pada permukaan bening tembus cahaya kemungkinan yang terjadi adalah cahaya tersebut akan diteruskan atau dibelokkan. Peristiwa ini dinamakan pembiasan.



Gambar 5. Pembiasan Cahaya

Menurut hukum Snellius cara sebuah sinar membias pada permukaan batas antara medium-medium dengan indeks bias n dan n' ditentukan oleh persamaan :

$$n \sin \theta = n' \sin \theta'$$

Dengan: n = indeks bias udara; θ = sudut datang ($^{\circ}$)

n' = indeks bias medium; θ' = sudut bias ($^{\circ}$)

1) Lensa tipis

Ada dua jenis lensa tipis, yaitu: lensa cekung dan lensa cembung. Lensa cekung merupakan lensa divergen atau menyebarkan sinar, atau lensa negatif, yang bagian tengah lensa lebih tipis daripada bagian tepinya. Lensa cembung merupakan lensa konvergen atau mengumpulkan sinar, atau lensa positif, yang bagian tengah lensa lebih tebal daripada bagian tepi lensa tersebut.

Hubungan benda dan bayangan untuk lensa tipis yang memusat dan menyebar berlaku persamaan :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_0} + \frac{1}{s_i}$$

Dengan: s_0 = jarak benda dari lensa (cm)

s_i = jarak bayangan dari lensa (cm)

f = panjang fokus lensa (cm)

B. Lensa

1. Pengertian Lensa

Lensa merupakan bahan transparan yang memiliki dua permukaan dengan kelengkungan yang pada umumnya tidak sama. Karena itu diantaranya dikenal dengan lensa cembung dan cermin cekung. Lensa cembung bersifat membiaskan cahaya yang datang pada salah satu sisinya sehingga terkumpul pada sisi yang lain. Sedangkan lensa cekung akan membuat cahaya yang datang menyebar pada sisi yang lain. Titik tempat sinar-sinar berkumpul pada lensa cembung atau titik semu yang seolah-olah merupakan hasil sinar yang menyebar pada

lensa cekung disebut titik foku (f). Jarak fokus lensa cembung di beri nilai positif dan jarak lensa cekun diberi nilai negatif.

Bila sebuah benda berada didepan sebuah lensa maka akan terbentuk sebuah bayangan. Bayangan ini dapat bersifat nyata (sejati) atau maya ; lebih besar atau lebih kecil dari benda aslinya; terbalik atau sama tegak dengan benda aslinya.

2. Macam-macam Lensa

a. Lensa Gabungan

Sebuah lensa cembung dan sebuah lensa cekung dapat digabungkan dan akan dapat membentuk bayangan. Gabungan lensa ini dapat dianggap mempunyai satu titik fokus yang nilainya bergantung dan titik-titik fokus dan jarak antar lensa-lensa penyusunnya. Hubungan ini dapat dituliskan dengan persamaan :

$$\frac{1}{f_g} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{t}{f_1 f_2}$$

dengan :

f_g = fokus lensa gabungan

f_1 = foku lensa cembung

f_2 = fokus lensa cekung

t = jarak lensa

C. Alat-alat Optik

1. Pengertian Alat Optik

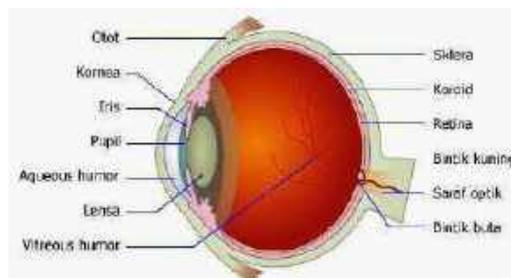
Alat optik adalah alat penglihatan manusia, baik alamiah maupun buatan manusia. Alat optik alamiah adalah mata dan alat optik buatan adalah alat bantu penglihatan manusia untuk mengamati benda-benda yang tidak dapat dilihat dengan jelas oleh mata. Yang termasuk alat optik buatan diantaranya: kacamata, kamera, lup atau pembesar, mikroskop, teropong, dan periskop.

2. Macam-macam Alat Optik

a. Mata

Mata merupakan alat optik alami yang berfungsi sebagai indera penglihatannya manusia. Mata merupakan alat optik yang paling penting karena tanpa mata tidak mungkin alat optik buatan akan muncul. Mata merupakan alat optik utama, sedangkan alat-alat optik yang lain merupakan alat bantu penglihatan kita. Dengan mata, manusia bisa melihat pemandangan alam sekitar kita. Prinsip kerja alat optik buatan hampir menyamai prinsip kerja mata.

Mata memiliki bagian-bagian yang memiliki tugasnya masing-masing sehingga mata manusia bisa melihat. Bentuk mata itu hampir merupakan sebuah bola dan diameternya kira-kira 2,5 cm. Berikut ini adalah gambar mata beserta bagian-bagiannya :



Gambar 6. Bagian-bagian mata

1) Kornea

Bagian depan mata yang agak melengkung secara tajam dan ditutupi oleh membran keras yang tembus cahaya yang dinamakan selaput mata atau kornea (Sears & Zemansky, 2003: 571). Kornea merupakan lapisan terluar mata yang bersifat kuat dan tembus cahaya. Kornea berfungsi menerima dan meneruskan cahaya yang masuk pada mata serta melindungi mata. Kornea mata memiliki fungsi menerima cahaya dari sumber cahaya dan meneruskannya ke bagian selanjutnya. Ketika cahaya datang dari sumber cahaya terjadi pembiasan cahaya di permukaan depan kornea mata. Kebanyakan pembiasan dilakukan di permukaan depan kornea (indeks bias = 1,376) (Giancoli, 2001: 334)

2) Aqueous humor

Daerah di belakang selaput mata atau kornea mata itu berisi cairan yang dinamakan aqueous humor (Sears &

Zemansky, 2003: 571). Letaknya antara kornea dan lensa mata. Berfungsi untuk membiaskan cahaya ke dalam mata. Indeks refraksinya adalah kira-kira 1,336, yang hampir sama dengan indeks refraksi air (Sears & Zemansky, 2003: 571).

3) Lensa kristal

Bagian mata yang berfungsi sebagai alat optik adalah lensa mata. Lensa kristal (crystalline lens) adalah sebuah kapsul yang berisi selai (jelly) serat, yang keras di pusatnya dan secara progresif lebih lunak di bagian sebelah luar dan lensa kristal tersebut ditopang pada tempatnya oleh ikatan sendi tulang yang mengikatkannya ke otot siliar (ciliary muscle) yang melingkarinya (Sears & Zemansky, 2003: 571). Lensa kristal merupakan lensa mata yang memiliki tugas penting yaitu mengatur letak bayangan agar tepat jatuh di bintik kuning. Lensa mata memiliki fungsi untuk memfokuskan serta meneruskan cahaya yang akan masuk ke mata supaya jatuh tepat di retina. Lensa mata hanya sedikit membelokkan berkas cahaya karena kebanyakan pembiasan dilakukan di permukaan depan kornea (Giancoli, 2001: 334). Indeks rata-ratanya adalah sebesar 1,437 (Sears & Zemansky, 2003: 571).

4) Iris

Iris atau selaput pelangi merupakan bagian berwarna dari mata yang berfungsi menyesuaikan secara otomatis untuk mengendalikan banyaknya cahaya yang memasuki mata (Giancoli, 2001: 333). Iris berfungsi untuk memberi warna pada mata dan untuk mengatur besar kecilnya pupil supaya cahaya yang masuk bisa dibatasi. Iris terletak di tengah-tengah bola mata, yang ada di belakang kornea. Selaput pelangi (iris) berada di depan lensa dan selaput pelangi itu mengandung sebuah celah yang diameternya berubah-ubah yang dinamakan biji mata (pupil) (Sears & Zemansky, 2003: 571). Kita tahu

bahwa setiap ras atau bangsa memiliki warna mata dari iris yang berbeda-beda.

5) Pupil

Pupil merupakan celah yang dibentuk oleh iris berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya. Pupil memiliki fungsi untuk dapat mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk. Pupil akan membuka dan menutup untuk menyesuaikan pada perubahan intensitas cahaya yang masuk (Sears & Zemansky, 2003: 571).

Fungsi dari pupil ini sama dengan fungsi dari diafragma yang ada pada kamera. Pupil merupakan lubang berwarna hitam sehingga tidak ada cahaya yang dipantulkan dari pupil dan sangat sedikit cahaya yang dipantulkan kembali dari bagian dalam mata (Giancoli, 2001: 333).

6) Otot mata

Otot mata merupakan otot yang menyangga lensa kristalin dan mengatur besar kecilnya lensa. Lensa berfungsi sebagai penyetel untuk pemfokusan pada jarak-jarak yang berbeda dan dengan dibantu oleh otot siliari yang mengubah kelengkungan lensa sehingga panjang fokusnya berubah, sehingga untuk memfokuskan pada benda jauh, otot akan rileks dan lensa tipis, dan berkas-berkas paralel terfokus pada titik fokus (retina) sedangkan untuk memfokuskan pada benda dekat, otot akan berkontraksi dan menyebabkan pusat lensa menebal, dengan demikian akan memendekkan panjang fokus sehingga bayangan benda-benda yang dekat dapat difokuskan pada retina, di belakang titik fokus (Giancoli, 2001: 334). Penyetelan fokus ini disebut akomodasi.

7) Vitreous humor

Vitreous humor merupakan cairan bening yang mengisi rongga mata. Letaknya berada di belakang lensa mata (Sears & Zemansky, 2003: 571). Fungsinya adalah meneruskan cahaya

dari lensa ke retina. Indeks refraksinya adalah kira-kira 1,336, yang hampir sama dengan indeks refraksi air (Sears & Zemansky, 2003: 571).

8) Retina

Retina dalam mata memainkan peranan film dalam kamera (Giancoli, 2001: 333). Retina merupakan lapisan pada dinding belakang bola mata tempat bayangan dibentuk. Supaya sebuah benda terlihat tajam, bayangan itu harus terbentuk tepat pada retina mata (Sears & Zemansky, 2003: 571). Retina atau selaput jala merupakan bagian yang cukup peka terhadap cahaya. Di pusat retina ada daerah kecil yang disebut fovea yang memiliki diameter sekitar 0,25 mm dengan susunan rapat kerucut-kerucut dan pada bagian ini ditemukan bayangan yang paling tajam dan pemisahan warna paling baik (Giancoli, 2001: 334). Pada retina ini berfungsi menangkap serta meneruskan cahaya dari lensa hingga saraf mata. Di dalam retina terdapat ujung-ujung saraf untuk menerima cahaya. Reseptor pada retina mata juga mempunyai mekanisme penyesuaian intensitas (Sears & Zemansky, 2003: 571)

9) Bintik kuning

Bintik kuning merupakan lengkungan pada retina yang merupakan bagian yang paling peka pada retina.

10) Saraf optik

Saraf optik merupakan penerus rangsang cahaya dari retina ke otak. Saraf mata ataupun yang biasa disebut dengan saraf optik ini memiliki fungsi untuk meneruskan sebuah rangsang cahaya hingga ke otak. Semua informasi yang akan dibawa oleh saraf nantinya diproses di otak. Dengan demikian kita mengetahui apa yang kita lihat.

b. Kacamata

Kacamata merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengatasi cacat mata pada manusia. kacamata terdiri dari lensa

cembung atau lensa cekung dan frame. Fungsi kaca mata yaitu untuk mengatur supaya bayangan benda yang tidak dapat dilihat dengan jelas oleh mata menjadi jatuh di titik dekat atau titik jauh mata, dan tergantung pada jenis cacat matanya. Jika sebuah benda berada di depan sebuah lensa maka bayangan akan dibentuk oleh lensa tersebut. Jauh dekatnya bayangan terhadap lensa, bergantung pada letak benda dan jarak fokus ke lensa.

c. Lup

Untuk memandang lebih dekat sebuah benda kecil, seperti serangga atau kristal, kita dapat mendekatkan mata kita, supaya benda dapat terlihat lebih besar. Tetapi mata tidak dapat memfokuskan secara tajam pada benda yang lebih dekat daripada titik dekat, maka ukuran sudut dari benda adalah yang paling besar. Sebuah lensa positif (konvergen) dapat digunakan untuk membentuk sebuah bayangan maya yang lebih besar dan letaknya lebih jauh dari mata daripada benda itu sendiri. Lensa ini dinamakan lensa pembesar atau lup. Lup adalah lensa positif yang digunakan untuk mengamati benda-benda kecil agar nampak lebih jelas dan lebih besar. Berikut ini adalah gambar lup atau kaca pembesar: Benda tersebut dapat digerakkan lebih dekat ke mata, dan ukuran sudut bayangannya mungkin jauh lebih besar daripada ukuran sudut benda itu di 25 cm tanpa lensa (Sears & Zemansky, 2003: 574). Agar benda terlihat, maka benda diletakkan diantara titik pusat (O) dan titik fokus (f), sehingga terbentuk bayangan yang bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Saat bayangan terbentuk di dekat mata, maka mata berakomodasi maksimum. Jika ingin mengamati benda dengan lup tanpa berakomodasi, maka benda diletakkan di titik fokus lensa sehingga yang masuk ke mata berupa sinar sejajar. Bayangan maya itu paling nyaman untuk dipandang bila bayangan itu ditempatkan di tak berhingga, sehingga otot siliar mata berada dalam keadaan santai (Sears & Zemansky, 2003: 574-575). Ini dikatakan mengamati dengan mata tidak berakomodasi

d. Teleskop

Teleskop atau teropong adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda-benda di bumi atau diluar angkasa agar tampak lebih dekat dan jelas. Teleskop digunakan untuk memandangi benda-benda besar dalam jarak jauh (Sears & Zemansky, 2003: 577)

e. Mikroskop

Mikroskop adalah alat optik untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil (mikro), misalnya bakteri dan kuman-kuman. Mikroskop adalah alat optik yang diperlukan oleh manusia untuk perbesaran yang lebih besar daripada yang kita dapat peroleh dengan sebuah lensa pembesar sederhana (Sears & Zemansky, 2003: 576)

f. Kamera

Kamera adalah alat optik yang berguna untuk menghasilkan gambar melalui proses fotografi, yaitu proses menghasilkan gambar dengan cahaya pada film Kamera ini memanfaatkan lensa untuk membantu proses pembentukan bayangan pada kamera. Komponen utama kamera adalah lensa, aperture, dan pelat film (pada kamera analog). Lensa pada kamera berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk ke kamera, aperture berfungsi untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke kamera dan pelat film berfungsi sebagai tempat terbentuknya bayangan. Kualitas gambar yang dihasilkan oleh kamera bergantung pada susunan lensa yang terdapat pada kamera tersebut. Makin banyak lensa yang digunakan pada kamera, kualitas gambar yang dihasilkan semakin baik.

Soal :

1. Cahaya jatuh pada potongan kaca yang rata dengan sudut datang 60° . Jika indeks bias kaca sebesar 1,50 (α) berapa sudut bias θ_A pada kaca; berapa sudut θ_B dari berkas yang muncul dari kaca ?
2. Sebuah benda diletakkan di antara dua buah cermin datar yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sudut sebesar 45° satu sama lain. Berapakah jumlah bayangan benda yang terbentuk ?

DAFTAR PUSTAKA

- Frederick J. Bueche,dkk. 2006. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh. Erlangga: Jakarta
- Krane, Kenneth. 1992. *Fisika Modern*. Universitas Indonesia (UI – Pressakarta): Jakarta
- Sears & Zemansky.2003. *Fisika Universitas Jilid 1*. Binacipta: Bandung
- Giancoli, Douglas C. (diterjemahkan oleh : Yuhilza Hanum,dkk). 2001. Fisika. Erlangga: Jakarta

BAB IX

Konsep Arus, Energi, dan Daya Listrik

Kompetensi

1. Mendeskripsikan prinsip kerja elemen dan arus listrik yang ditimbulkannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari
2. Mendeskripsikan hubungan energi dan daya listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari

A. Arus Listrik

Pengertian Arus Listrik

Ketika rangkaian terbentuk, muatan dapat mengalir melalui kawat rangkaian, dari suatu terminal ke terminal yg lainnya disebut dengan **arus listrik**.

Arus listrik pada kawat didefinisikan sebagai jumlah total muatan yg melewatinya per satuan waktu pada suatu titik. Dengan demikian arus rata rata (I) didefinisikan sebagai :

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

Dimana ΔQ adalah jumlah muatan yg melewati konduktor pada suatu lokasi selama jangka waktu Δt .

Arus listrik diukur dalam coulomb per detik yg satuannya adalah ampere (amp atau A). Berarti $1 A = 1 C/det$. satuan satuan terkecil yg sering kali digunakan adalah seperti miliampere ($1 mA = 10^{-3} A$) dan mikroampere ($1 \mu A = 10^{-6} A$) (Giancoli, 2001: 65)

• Contoh Soal :

- 1) Arus tetap sebesar 2,5 A mengalir pada kawat selama 4,0 menit
 - a.) Berapa besar muatan yg mengalir melalui suatu titik pada rangkaian?
 - b.) Akan menjadi berapa elektron kah muatan ini?

Penyelesaian :

- a.) Karena arus sebesar 2,5 A atau 2,5 C /det maka dalam 4,0 menit (= 240 detik) muatan total yg mengalir adalah, dari persamaan 18-1,

$$\Delta Q = I \Delta t$$
$$= (2,5 \text{ C/det}) (240 \text{ det}) = 600 \text{ C}$$

- b.) Muatan satu elektron adalah $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$, sehingga 600 C terdiri dari $600 \text{ C} / 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} = 3,8 \times 10^{21}$ elektron
(Giancoli, 2001: 66)

2) Timbulnya arus listrik disebabkan :

- a) Adanya partikel bermuatan sebagai pembawa muatan
- b) Adanya beda potensial antara ujung-ujung rangkaian
- c) Adanya rangkaian yg tertutup

3) Hukum ohm: Hambatan dan Resistor (Giancoli, 2001: 67-68)

Besar aliran arus pada kawat tidak hanya bergantung pada tegangan tetapi juga pada hambatan yg diberikan kawat terhadap aliran elektron. Makin tinggi hambatan makin kecil arus untuk suatu tegangan V . sehingga arus berbanding terbalik dengan hambatan, kita dapatkan :

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

Keterangan :

R : hambatan

V : beda potensial

I : arus yg mengalir

Hubungan ini sering dituliskan dan dikenal sebagai hukum ohm :

$$V = IR$$

Yang bunyinya : “ arus yang melalui konduktor logam sebanding dengan tegangan yg diberikan, $I \propto V$ “

Sehingga R konstan tidak bergantung pada V untuk konduktor logam.

Definisi hambatan

$$R = V/I$$

Satuan untuk hambatan disebut ohm dan disingkat Ω (huruf besar Yunani untuk omega). ($1\Omega = 1 \text{ V/A}$)

B. Energi

Pengertian Energi Listrik

Energi adalah besaran skalar yg dihubungkan dengan kondisi (atau keadaan) satu atau banyak objek. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya dan dapat dipindahkan dari satu objek ke objek lainnya, tetapi jumlah total selalu sama (energi bersifat kekal). Tidak ada pengecualian terhadap kekekalan energi ini yg telah ditemukan. (Halliday, Resnick, 2010: 153) Potensial listrik dan beda potensial (Giancoli, 2001: 33-34) Potensial listrik sebagai energi potensial per satuan muatan. Potensial listrik dinyatakan dengan simbol V . Jika titik muatan q memiliki energi potensial listrik EP_a pada titik a , potensial listrik V_a pada titik ini adalah

$$V_a = EP_a / q$$

Hanya perbedaan energi potensial lah yg bisa diukur secara fisik. Beda potensial V_{ab} sebesar

$$V_{ba} = V_b - V_a = W_{ba}/q$$

Satuan potensial listrik dan beda potensial adalah joule/coulomb dan diberikan nama khusus volt. ($1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$)

Karena potensial listrik didefinisikan sebagai energi potensial per satuan muatan, maka perubahan energi potensial muatan q ketika berpindah diantara dua titik a dan b adalah

$$\Delta EP = EP_b - EP_a = qV_{ba}$$

Maka jika sebuah benda dengan muatan q bergerak melewati beda potensial V_{ba} energi potensial nya berubah sebesar qV_{ba} . Dan karena energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja beda potensial listrik juga merupakan

pengukuran besar kerja yg bisa dilakukan oleh sebuah muatan. Jumlah tepatnya bergantung baik pada beda potensial maupun muatan yg bersangkutan. Contoh, sebuah lampu depan mobil yg dihubungkan ke baterai 12,0 V. Besar energi yg diubah (menjadi cahaya, dan tentu saja energi panas) sebanding dengan besar muatan yg mengalir yg bergantung berapa lama lampu tersebut menyala. Jika selama periode waktu tertentu muatan 5,0 C mengalir melalui lampu, energi total yg diubah adalah $(5,0 \text{ C})(12,0 \text{ V}) = 60 \text{ J}$.

Contoh soal (Giancoli jilid 2 hal 35-36)

1) Misalkan sebuah elektron pada tabung gambar televisi dipercepat dari keadaan diam melalui beda potensial $V_{ba} = +5000 \text{ V}$

a.) Berapa perubahan energi potensial elektron ?

Penyelesaian :

a.) Muatan elektron adalah $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ dengan demikian perubahan energi potensial nya sama dengan

$$\begin{aligned} \Delta EP &= qV_{ba} = (-1,6 \times 10^{-19} \text{ C})(+5000 \text{ V}) \\ &= -8,0 \times 10^{-16} \text{ J} \end{aligned}$$

Tanda minus diatas menandakan bahwa EP berkurang (beda potensial V_{ba} memiliki tanda positif karena potensial akhir lebih tinggi dari potensial awal yaitu elektron elektron negatif tertarik dari elektroda negatif ke positif)

Penyimpanan Energi listrik (Giancoli, 2001: 49)

Sebuah kapasitor yg bermuatan menyimpan energi listrik. Energi yg trsimpan pada kapasitor akan sama dengan kerja yg dilakukan untuk memuatinya.

Efek total pemuatan kapasitor adalah memindahkan muatan dari satu pelat dan menambahkannya ke pelat yg lain. Tegangan rata rata adalah $(V_f - 0) / 2 = V_f / 2$, sehingga

$$W = Q \frac{V_f}{2}$$

Dengan demikian kita dapat mengatakan bahwa energi U, yg tersimpan pada kapasitor adalah

$$U = \text{energi} = \frac{1}{2} QV$$

dimana V adalah beda potensial antara pelat pelat dan Q adalah muatan pada setiap pelat. Karena $Q = CV$ kita juga dapat menuliskan

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

C. Daya listrik

Daya adalah kecepatan perubahan energi, energi total yg digunakan oleh suatu alat merupakan konsumsi daya dikalikan waktu alat tersebut hidup. Daya dinyatakan dalam watt dan waktu dalam detik (Giancoli, 2001: 75)

Untuk mencari daya yg diubah oleh peralatan listrik mengingatkan bahwa energi yg diubah bila muatan Q bergerak melintasi beda potensial sebesar V adalah QV. Maka daya P, yg merupakan kecepatan perubahan energi adalah

$$P = \text{daya} = \frac{\text{energi yg diubah}}{\text{waktu}} = \frac{QV}{t}$$

Muatan yg mengalir per detik Q/t , merupakan arus listrik, I. Dengan demikian kita dapatkan

$$P = IV$$

Hubungan umum ini menghasilkan daya yg diubah oleh suatu perangkat, dimana I adalah arus yg melewatinya dan V adalah beda potensial yg melintasinya. Rumus ini juga menyatakan daya yg diberikan oleh sebuah sumber seperti baterai. satuan SI daya listrik untuk semua jenis daya lainnya, yaitu watt ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/det}$)

Kecepatan perubahan energi pada hambatan R dapat dituliskan dengan menggunakan hukum ohm ($V = IR$) dalam dua cara :

$$\begin{aligned} P &= IV \\ &= I(IR) = I^2R \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{V}{R}\right) V = \frac{V^2}{R}$$

(Giancoli, 2001: 74)

Contoh soal 1 (Giancoli, 2001: 75)

- 1) Diketahui: $P = 40 \text{ W}$ Hitung hambatan lampu besar mobil 40 W yg dirancang untuk 12 V

Penyelesaian:

$$V = 12 \text{ V}$$

Ditanya : R?

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(12 \text{ V})^2}{(40 \text{ W})} = 3,6 \Omega$$

Ini merupakan hambatan ketika lampu bercahaya terang pada 40 W . Ketika bola lampu dingin, hambatan jauh lebih kecil (karena arus tinggi ketika hambatan rendah, lampu lebih sering terbakar ketika pertama kali dihidupkan)

Soal Evaluasi

1. Sebuah bola lampu senter kecil menarik 300 mA dari baterai 1,5 V . berapa :
 - a) Hambatan bola lampu tersebut ?
 - b) Jika tegangan turun sampai 1,2 V, bagaimana arus akan berubah ?
2. Sebuah lampu kilat kamera menyimpan energi pada kapasitor $150 \mu F$ pada 200 V. Berapa banyak energi listrik yg dapat disimpan ?
3. Sebuah pemanas listrik menarik 15,0 A pada jalur 120 V. Berapa daya yg digunakannya dan berapa biaya per bulan (30 hari) jika pemanas tersebut beroperasi 3,0 jam setiap hari dan perusahaan listrik menghargai 10,5 sen per KWh ?

DAFTAR PUSTAKA

Giancoli. 2001. *Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga

Halliday, Resnick, and Walker. 2010. *Fisika Dasar Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

BAB X
KONSEP KEMAGNETAN DAN PENERAPANNYA
DALAM KEHDUPAN SEHARI-HARI

Kompetensi :

1. Menyelidiki gejala kemagnetan dan tata cara membuat magnet
2. Mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi
3. Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik

A. Magnet dan Medan Magnet

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak pernah terlepas dari peralatan-peralatan elektronika. Magnet merupakan bagian tak terpisahkan dari alat-alat elektronik dan teknik kelistrikan, karena tidak sedikit konstruksi alat-alat listrik tergantung pada magnet. Alat-alat listrik yang menggunakan magnet antara lain dinamo listrik pada sepeda, generator pembangkit tenaga listrik, motor-motor listrik, dan alat-alat kendali (control) listrik. Hampir pada seluruh pesawat elektronika fenomena kemagnetan mudah kita temui.

1. Magnet

Magnet atau magnit adalah suatu obyek yang mempunyai suatu medan magnet. Magnet juga dapat diartikan sebagai suatu benda yang memiliki gejala sifat yang dapat mempengaruhi bahan-bahan tertentu yang berada disekitarnya. Asal kata magnet diduga dari kata magnesita yaitu nama suatu daerah di Asia kecil.

Menurut cerita di daerah itu sekitar 4.000 tahun yang lalu telah ditemukan sejenis batu yang memiliki sifat dapat menarik besi atau baja atau campuran logam lainnya. Benda yang dapat menarik besi atau baja inilah yang disebut magnet dapat dikelompokkan antara lain berdasarkan bentuk atau berdasarkan kejadiannya.

Di dalam kehidupan sehari-hari kata “magnet” sudah sering kita dengar, namun sering juga berpikir bahwa jika mendengar kata magnet selalu berkonotasi menarik benda. Untuk bisa mengambil suatu barang dari

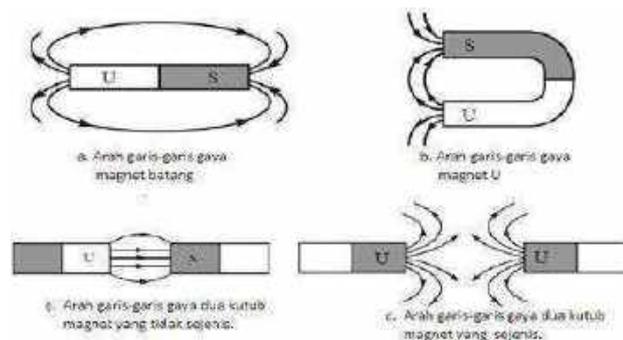
logam(contoh obeng besi) hanya dengan sebuah magnet, misalkan pada peralatanperbengkelan biasanya dilengkapi dengan sifat magnet sehingga memudahkan untuk mengambil benda yang jatuh di tempat yang sulit dijangkau oleh tangan secara langsung. Bahkan banyak peralatan yang sering digunakan, antara lain bel listrik, telepon, dinamo, alat-alat ukur listrik, kompas yang semuanya menggunakan bahan magnet. Setiap magnet memiliki dua kutub, yaitu: utara(N) dan selatan (S). Kutub magnet adalah daerah yang berada pada ujung-ujung magnet dengan kekuatan magnet yang paling besar berada pada kutub-kutubnya.

Sebuah magnet akan menarik penjepit kertas, paku dan benda-benda lain yang terbuat dari besi. Semua magnet yang berbentuk batang maupun tapel kuda, memiliki dua ujung atau muka yang disebut dengan Kutub, yang merupakan magnet paling kuat. Kutub suatu magnet yang tergantung bebas yang menunjukkan ke utara disebut kutub utara. Kutub lain yang menunjukkan ke selatan disebut kutub selatan. Alat yang digunakan untuk menunjukkan arah utara bumi atau geografis disebut kompas. Kompas merupakan magnet jarum yang dapat bergerak bebas pada sebuah poros. Pada keadaan setimbang salah satu ujung magnet jarum menunjuk arah utara dan ujung lainnya menunjuk arah selatan. Magnet mempunyai dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Apabila dua kutub magnet didekatkan akan saling mengadakan interaksi. Jenis interaksi bergantung jenis-jenis kutub yang berdekatan.

Jika dua magnet didekatkan, masing-masing akan memberikan gaya pada yang lainnya. Gaya tersebut bisa tarik menarik atau tolak menolak dan dapat dirasakan bahkan saat magnet-magnet tersebut tidak bersentuhan. Jika kutub utara suatu magnet didekatkan ke kutub utara magnet kedua, gaya akan tolak menolak. Dengan cara yang sama, jika kedua kutub selatan didekatkan, gaya akan tolak menolak. Tetapi ketika kutub utara didekatkan dengan kutub selatan, gaya akan tarik menarik. Jika satu batang magnet dipotong menjadi dua, maka kita tidak akan kehilangan kutub magnet karena terpisah. Melainkan, akan menghasilkan dua magnet yang baru masing-masing kutub utara dan kutub selatan. Hanya besi dan beberapa materi lain seperti nikel dan

gadolinium yang menunjukkan efek magnetik yang kuat. Materi-materi ini disebut Feromagnetik.

Dengan cara yang sama, kita dapat membayangkan medan magnet yang mengelilingi listrik. Gaya yang diberikan satu magnet terhadap satu dengan yang lainnya dapat dideskripsikan sebagai interaksi antara suatu magnet dan medan magnet dari yang lain. Sama seperti kita menggambarkan garis-garis medan listrik, kita juga dapat menggambarkan garis-garis medan magnet. Garis-garis ini dapat digambarkan, seperti garis-garis medan listrik, sedemikian sehingga (1) arah medan magnet merupakan tangensial (garis singgung) terhadap suatu garis dititik mana saja dan (2) jumlah garis per satuan luas sebanding dengan besar medan magnet. (Douglas C. Giancoli, 2001:132-134)



Gambar 1. Arah garis gaya magnet

a. Jenis-Jenis Magnet

Berdasarkan asalnyamagnet dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1) Magnet alam

Yakni magnet yang ditemukan di alam. Bumi adalah magnet alam yang terbesar oleh karena itu bumi memiliki kutub utara dan kutubselatan sebagai ujung magnetnya. Magnet alam dapat ditemukan pada 21 bebatuan yang mengandung unsur magnet. Batuan yang dapat menarik benda dari besi itu disebut dengan magnet alam.

Inilah yang menjadikan bumi menjadi sebuah magnet raksasa dengan kutub-selatan magnet di utara, dan kutub-utara magnet di selatan (berbeda dengan penamaan kutub-kutub magnet yang

digunakan manusia yang didasarkan pada arah mata angin yang ditunjuknya). Keberadaan medan magnetik bumi memberikan keuntungan bagi kehidupan di planet bumi karena melindungi bumi dari radiasi elektromagnetik matahari atau dikenal sebagai sabuk Van Allen.

2) Magnet Buatan

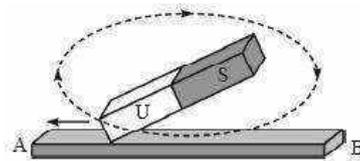
Magnet dapat secara sengaja dibuat oleh manusia dari baja atau besi murni, serta dari bahan paduan seperti paduan baja dengan nikel atau paduan antara aluminium, kobalt, dan nikel (alnico). Anda sudah mengetahui bahwa magnet buatan dapat dihasilkan dengan cara induksi magnet, dengan cara gosokan dan dengan menggunakan arus listrik (induksi listrik).

b. Cara Membuat Magnet

Cara membuat magnet antara lain:

1) Digosok dengan magnet lain secara searah.

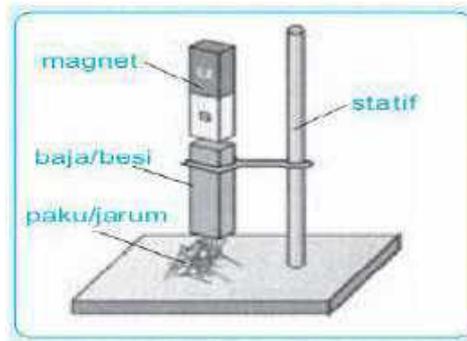
Menggosokkan magnet permanen pada logam yang ingin dijadikan magnet. Arah gosokan hanya pada satu arah saja. Kutub magnet yang dihasilkan pada ujung terakhir penggosok selalu berlawanan dengan kutub ujung magnet penggosoknya.



Gambar 2. Membuat magnet dengan cara menggosok

2) Induksi magnet.

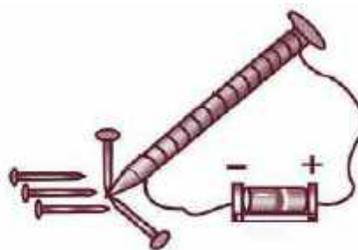
Induksi. Yaitu dengan mendekatkan magnet permanen pada logam yang ingin dijadikan magnet.



Gambar 3. Membuat magnet dengan cara induksi

3) Magnet diletakkan pada solenoida (kumparan kawat berbentuk tabung panjang dengan lilitan yang sangat rapat) dan dialiri arus listrik searah (DC).

Mengalirkan arus listrik pada logam yang ingin dijadikan magnet. Sifat magnet yang dihasilkan tidak permanen. Apabila arus listrik dihentikan, maka sifat magnetnya akan hilang kembali.



Gambar 4. Membuat magnet dengan cara dialiri arus listrik

Ketika arus tegak lurus terhadap garis-garis medan, gaya paling kuat. Ketika kawat paralel dengan sudut yang lain, gaya sebanding dengan $\sin \theta$. Dengan demikian didapatkan :

$$F \propto I l B \sin \theta$$

c. Bagian-bagian Magnet

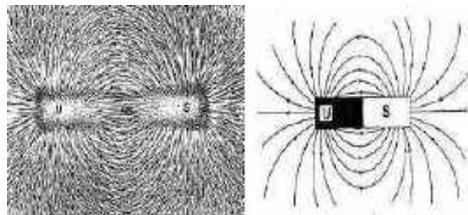
1) Kutub Magnet

Bagian magnet yang mempunyai gaya tarik terbesar disebut kutub magnet. Magnet selalu mempunyai dua kutub. Hal ini dapat diketahui bila sebuah magnet batang dicelupkan ke dalam serbuk besi. Di bagian tengah (daerahnetral) tidak ada serbuk besi yang melekat, sedangkan bagian ke ujung makinbanyak serbuk besi yangmelekat pada magnet.

Bagian yang banyak dilekati serbuk besi merupakan kutub magnet. Hal inimenandakan, gaya magnet yang paling besar berada di ujung-ujung magnet.Kutub utara dan kutub selatan magnet setiap magnet, apapun bentuknya selalumempunyai kutub utara dan selatan. Dengan mengamati magnet jarum yangberputar pada porosnya, misalnya kompas. Dalam keadaan diam, salah satuujung magnet akan menunjukan ke arah utara, sedangkan ujung yang lainyamenunjuk ke arah selatan. Ujung kompas yang menunjuk kearah utara disebutkutub utara dan ujung magnet yang mengarah kearah selatan disebut kutub selatan.

2) Sumbu Magnet

Sumbu magnet yaitu garis yang menghubungkan antara kedua kutub magnet.



Gambar 1.Sumbu Magnet

3) Magnet elementer

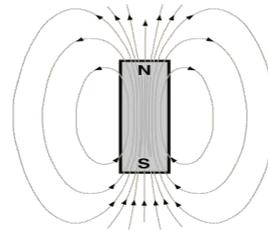
Setiap benda magnetik pada dasarnya terdiri dari magnet-magnet kecil yangdisebut magnet elementer. Magnet elementer adalah magnet yang paling kecilyang berupa atom. Suatu benda akan

bersifat magnet jika magnet-magnetelementernya mempunyai arah yang cenderung sama/ beraturan dan benda yangtidak mempunyai sifat magnet jika magnet-magnet elementernya mempunyaiaarah acak (sembarang).

2. Medan Magnet

a. Pengertian Medan magnet

Medan magnet adalah ruang di sekitar magnet yang gaya tarik/tolaknya masih dirasakan oleh magnet lain. Medan magnet pada umumnya mengitari bagian - bagian kutub magnet. Medan magnet terdiri dari garis - garis fluks imajiner yang berasal dari partikel bermuatan listrik yang bergerak atau berputar. Contohnya partikel proton yang berputar dan pergerakan elektron yang mengalir pada kawat dalam bentuk sirkuit elektronik.



Gambar 5. Fluks Medan magnet

Secara garis besar ada dua jenis magnet berdasarkan bagaimana medan magnetnya tercipta, yaitu:

1) Magnet permanen

Magnet permanen tidak tergantung akan adanya pengaruh dari luar dalam menghasilkan medan magnetnya. Magnet ini dapat dihasilkan oleh alam ataudapat dibuat dari bahan feromagnetik (bahan yang memiliki respon yang kuationterhadap medan magnet).

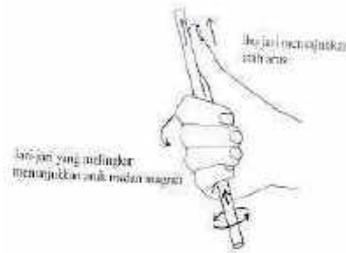
2) Elektromagnet

Elektromagnet adalah magnet yang medan magnetnya tercipta karena adanya arus listrik yang mengalir. Semakin besar arus yang diberikan, maka semakin besar pula medan magnet yang dihasilkan. (Slamet Prawihartono, 2001: 271-280) .

b. Bentuk-bentuk Medan magnet

1) Medan Magnet Pada Kawat Lurus

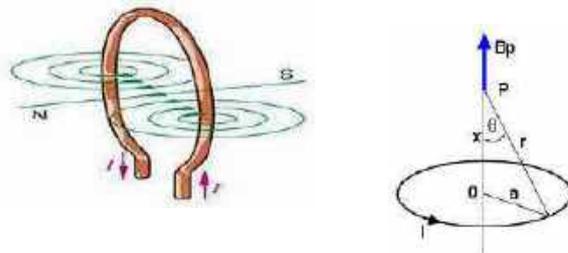
Bentuk garis medan magnet pada kawat panjang yang dialiri arus listrik berbentuk lingkaran konsentris mengelilingi kawat tersebut. Arah dari medan magnetnya tegak lurus terhadap kawat dan searah dengan jari - jari pada tangan kanan yang ditekuk, dan arah arusnya sesuai dengan arah ibu jari.



Gambar 6. Medan Magnet pada kawat lurus

2) Medan Magnet Pada Kawat Berbentuk Loop dan lingkaran

Arus listrik yang mengalir pada kawat berbentuk loop menghasilkan medan magnet lebih terpusat pada bagian tengah dibandingkan pada bagian luar loop.



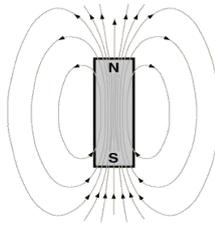
Gambar 7. Magnet pada kawat berbentuk Loop dan lingkaran

Kuat medan magnet di titik O menggunakan persamaan :

$$B_0 = \frac{\mu_0 I}{2a}$$

3) Medan Magnet Pada Magnet Batang

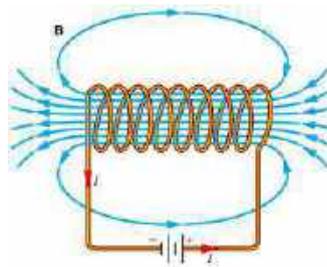
Medan magnet pada sebuah batang magnet berbentuk garis tertutup. Melalui hasil konvensi, arah medan magnet keluar dari kutub utara (N) menuju kutub selatan (S).



Gambar 8. Medan magnet pada magnet batang

4) Medan magnet pada solenoid

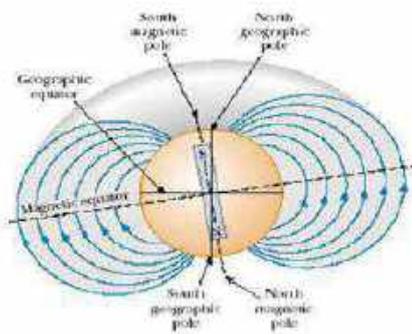
Solenoid adalah kawat berarus listrik berbentuk loop yang biasanya dililitkan pada inti dari besi sehingga menghasilkan medan magnet. Medan magnet yang seragam dihasilkan pada pusat solenoid, sedangkan medan magnet yang terbentuk diluar solenoid lebih lemah.



Gambar 9. Medan magnet pada solenoid

5) Medan magnet pada bumi

Meskipun pola medan magnet bumi mirip dengan medan magnet batang yang jauh terkubur di dalam bumi. Bumi memiliki banyak kandungan bijih besi jauh di bawah permukaan bumi, tetapi karena suhu yang sangat tinggi di dalam inti bumi mencegah magnetisasi permanen. Para ilmuwan mempertimbangkan bahwa sumber medan magnet bumi berasal dari arus konveksi dalam inti bumi, hal itu disebabkan oleh peredaran ion atau elektron pada besi cair di inti bumi. Arah medan magnetnya serupa dengan arah medan magnet pada kawat berbentuk loop.



Gambar 10. Medan magnet pada bumi

3. Benda Yang di tarik magnet

Magnet dapat menarik benda lain, beberapa benda bahkan tertarik lebih kuat dari yang lain, yaitu bahan logam. Namun tidak semua logam mempunyai daya tarik yang sama terhadap magnet. Besi dan baja adalah dua contoh materi yang mempunyai daya tarik yang tinggi oleh magnet. Sedangkan oksigen cair adalah contoh materi yang mempunyai daya tarik yang rendah oleh magnet. Sedangkan oksigen cair adalah contoh materi yang mempunyai daya tarik yang rendah oleh magnet. Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik Satuan Internasional (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber ($1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$) yang mempengaruhi luasan satu meter persegi.

Salah satu sifat magnet adalah memiliki gaya tarik. Artinya apabila magnet diletakkan berdekatan dengan jenis-jenis logam tertentu akan menarik dan mempertahankan logam tersebut untuk tetap menempel padanya. Benda – benda logam apa saja yang ditarik oleh magnet disebut bahan magnetik, sedangkan benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet disebut bahan non magnetik. Benda-benda yang dapat ditarik dan tidak dapat ditarik oleh magnet diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu :

- a. Benda yang mengandung Bahan Ferrromagnetik, bahan Ferrromagnetik adalah bahan yang dapat ditarik kuat oleh magnet. Contohnya adalah besi, baja, kobalt, dan nikel.

- b. Benda yang mengandung Bahan Paramagnetik, bahan Paramagnetik adalah bahan yang dapat ditarik lemah oleh magnet. Contohnya adalah aluminium dan platina.
- c. Benda yang mengandung Bahan Diamagnetik, bahan Diamagnetik adalah bahan yang ditolak lemah oleh magnet. Contohnya adalah seng, bismuth, dan natrium klorida.

B. Manfaat Magnet dalam Kehidupan Sehari-hari

1) Mengambil Benda-Benda dari Logam

Benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet adalah bahan yang terbuat dari logam seperti besi, baja, dan nikel. Dengan adanya sifat itu, magnet digunakan pada beberapa peralatan untuk mempermudah mengambil benda dari logam. Peralatan tersebut antara lain gunting, obeng, tang, dan alat pengangkut besi tua.

2) Penunjuk Arah

Magnet dapat digunakan untuk menunjukkan arah karena kutub-kutub magnet selalu menunjukkan arah utara dan selatan. Alat yang memanfaatkan sifat magnet tersebut adalah kompas. Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin. Di dalam kompas terdapat magnet berbentuk jarum yang selalu menunjukkan arah utara dan selatan. Sehingga dapat digunakan untuk menunjukkan arah mata angin. Kompas digunakan oleh pelaut, pendaki gunung, dan pilot untuk membantu menunjukkan jalan.

3) Menghasilkan Listrik

Magnet dapat menghasilkan listrik dalam jumlah besar dan kecil. Salah satu alat yang menggunakan magnet untuk menghasilkan listrik adalah dinamo sepeda. Pada dinamo sepeda, magnet menghasilkan energi listrik dalam jumlah kecil yang digunakan untuk menyalakan lampu sepeda.

4) Merapatkan Dua Benda

Coba perhatikan pintu lemari es. Pintu lemari es dapat menutup dengan kuat dan rapat dikarenakan di sekeliling sisi pintu lemari es terdapat magnet. Sebuah magnet yang panjang diletakkan di dalam karet sepanjang pintu lemari es. Lemari es terbuat dari baja, jadi magnet akan

membuat pintu lemari es menutup dengan rapat ketika kamu menutupnya. Pintu lemari es yang tertutup rapat dapat menjaga suhu di dalam tetap dingin sehingga makanan dan minuman di dalamnya tetap segar.

5) Menggantikan Roda pada Kereta Api Maglev

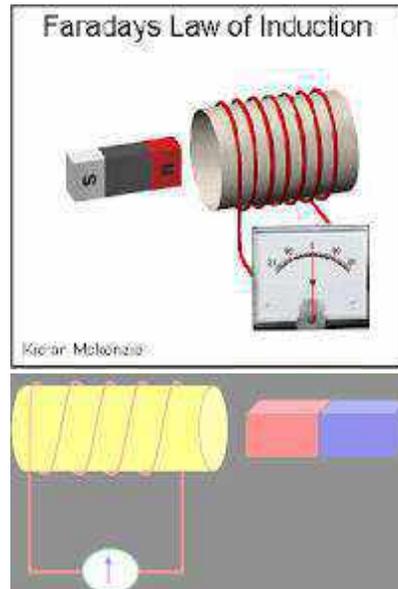
Kereta api jenis maglev adalah kereta api modern yang bergerak tidak menggunakan roda tetapi menggunakan magnet. Kereta api maglev bergerak melayang di atas rel yang terbuat dari magnet. Oleh karena itu kereta api ini disebut maglev, singkatan dari magnetic levitation yang artinya mengapung di atas magnet.

C. Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik adalah peristiwa timbulnya arus listrik akibat adanya perubahan fluks magnetic. Fluks magnetic adalah banyaknya garis gaya magnet yang menembus suatu bidang.

Seorang ilmuwan dari Jerman yang bernama **Michael Faraday** memiliki gagasan bahwa medan magnet dapat menghasilkan arus listrik. Pada tahun 1821 Michael Faraday membuktikan bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Galvanometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui ada tidaknya arus listrik yang mengalir. Gaya gerak listrik yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut GGL induksi, sedangkan arus yang mengalir dinamakan arus induksi dan peristiwanya disebut induksi elektromagnetik.

Faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi yaitu : (1) Kecepatan perubahan medan magnet, Semakin cepat perubahan medan magnet, maka GGL induksi yang timbul semakin besar. (2) Banyaknya lilitan, Semakin banyak lilitannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar. (3) Kekuatan magnet, Semakin kuat gejala kemagnetannya, maka GGL induksi yang timbul juga semakin besar.



Penerapan induksi elektromagnetik

1. Generator

Generator dibedakan menjadi dua, yaitu generator arus searah (DC), dan generator arus bolak-balik (AC). Generator AC sering disebut alternator. Ciri generator AC menggunakan cincin ganda, sedangkan ciri generator DC menggunakan cincin belah (komutator). Bagian generator yang berputar disebut *rotor*, sedangkan bagian generator yang tidak berputar disebut *stator*.

2. Dinamo

Dinamo dibedakan menjadi dua yaitu, dinamo arus searah (DC) dan dinamo arus bolak-balik (AC). Prinsip kerja dinamo sama dengan generator yaitu memutar kumparan di dalam medan magnet atau memutar magnet di dalam kumparan. Bagian dinamo yang berputar disebut rotor. Bagian dinamo yang tidak bergerak disebut stator.

3. Perbedaan antara dinamo DC dengan dinamo AC terletak pada cincin yang digunakan. Pada dinamo arus searah menggunakan satu cincin yang dibelah menjadi dua yang disebut cincin belah (komutator). Cincin ini memungkinkan arus listrik yang dihasilkan pada rangkaian luar dinamo berupa arus searah walaupun di dalam dinamo sendiri menghasilkan arus bolak-balik. Adapun, pada dynamo arus bolak-balik menggunakan cincin ganda (dua cincin).

Soal :

1. Mengapa kemagnetan sebuah magnet tetap dapat hilang jika dipukul-pukul atau dipanaskan ? Jelaskan menurut teori magnet elementer!
2. Sebuah kawat membawa arus 30 A memiliki panjang $l = 12$ cm, antara muka kutub magnet dengan sudut $\theta = 60$ Derajat. Medan magnet hampir seragam pada 0,90 T. Kita abaikan medan diluar potongan kutub. Berapa gaya pada kawat ?

DAFTAR PUSTAKA

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika*. Erlangga: Jakarta

Slamet Prawihartono, dkk. 2000. *Ilmu Pengetahuan Terpadu (Biologi, Fisika Dan Kimia)*. Cet.I. Jakarta : PT. Bumi Aksara.

Yosaphat Sumardi, dkk. 2009. *Konsep IPA dasar*. Jakarta : Universitas Terbuka.

BIODATA PENULIS

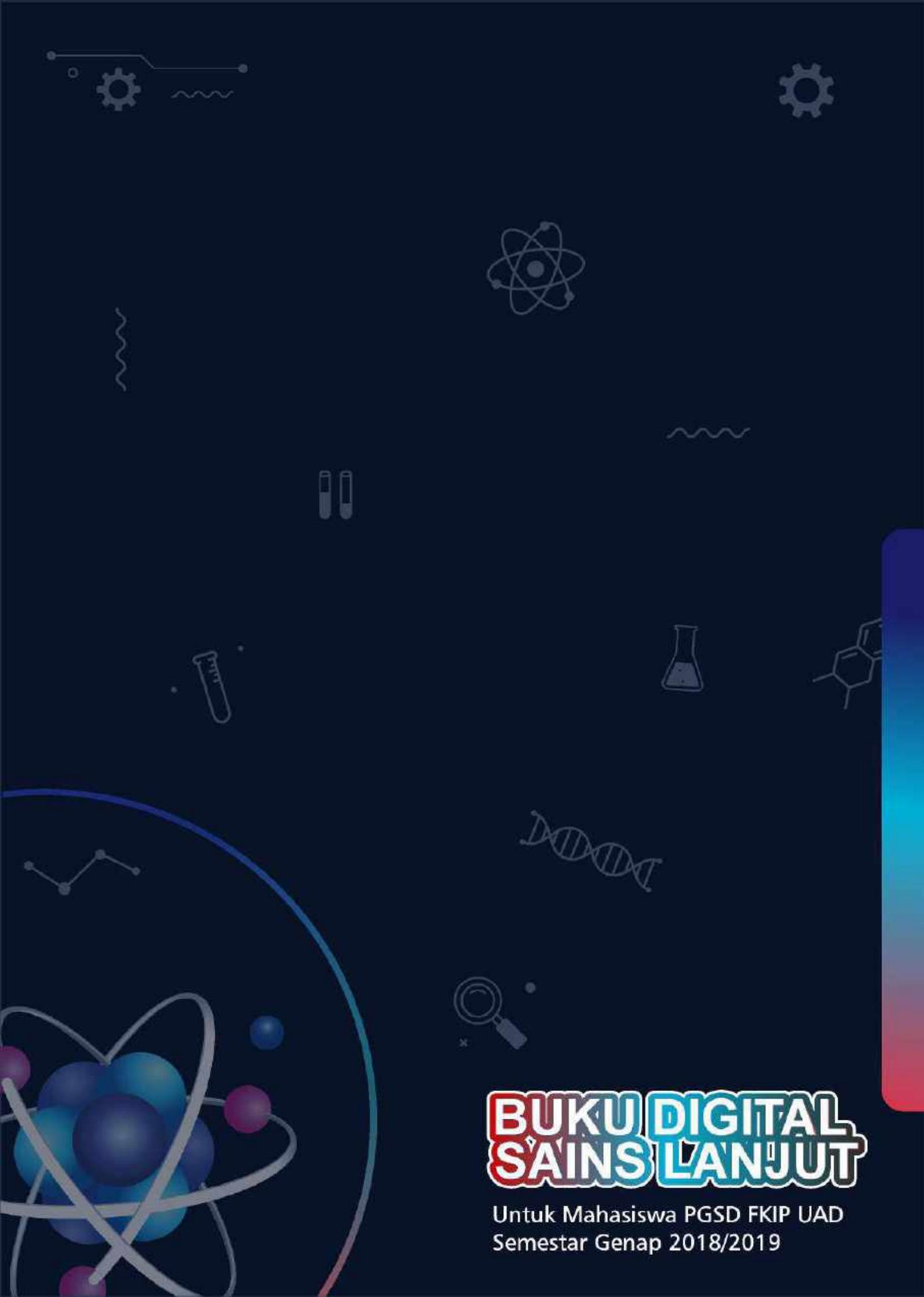


Siwi Purwanti, M.Pd lahir di Bantul, 7 Juni 1989. Sekarang bertempat tinggal di Kembang Sari, Srimartani, Piyungan, Bantul. Pendidikan S1 jurusan Pendidikan IPA ditempuh di Universitas Negeri Yogyakarta dan melanjutkan S2 jurusan pendidikan Sains di Universitas yang sama. Aktivitas sehari-hari sebagai dosen di PGSD Universitas Ahmad Dahlan. Saat ini juga aktif di Perkumpulan Pendidikan IPA Indonesia.



Ika Maryani, M.Pd., lahir di Boyolali tanggal 8 September 1987. Ia menjadi dosen di program studi PGSD, Universitas Ahmad Dahlan sejak Tahun 2012 dengan bidang keahlian Pembelajaran IPA. Saat ini Ia sedang menyelesaikan studi doctoral pada prodi S3 Ilmu Pendidikan (Konsentrasi Sains) di Universitas Negeri Yogyakarta.

Penelitian yang dilakukan sebagian besar tentang pembelajaran IPA di bidang pendidikan dasar terutama terkait dengan pembelajaran berorientasi HOTS, model pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran. Sejak tahun 2015, Ia meneliti tentang model pembelajaran berbasis metakognitif bagi siswa sekolah menengah di Indonesia Timur. Pendidikan sarjananya diselesaikan di Pendidikan Kimia, Universitas Sebelas Maret. Pendidikan magister dari perguruan tinggi yang sama. Karya yang dihasilkan telah terpublikasi dalam bentuk buku maupun artikel ilmiah dalam jurnal dan seminar nasional dan internasional. Email: ika.maryani@pgsd.uad.ac.id.



BUKU DIGITAL SAINS LANJUT

Untuk Mahasiswa PGSD FKIP UAD
Semestar Genap 2018/2019