

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB I

SATUAN DAN PENGUKURAN



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB I

SATUAN DAN PENGUKURAN



Kompetensi Inti:

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu

Kompetensi Guru Mata Pelajaran (KD)

Memahami konsep pengukuran berbagai besaran yang ada pada diri, makhluk hidup, dan lingkungan fisik sekitar sebagai bagian dari observasi, serta pentingnya perumusan satuan terstandar (baku) dalam pengukuran.

Tinggi badan 160 cm, berat badan 50 Kg, tekanan darah 120/80, dan sebagainya merupakan angka yang diperoleh dari hasil pengukuran. Hasil dari setiap angka yang diperoleh bermakna dengan satuan yang selalu melekat bersama dengan angka tersebut. Satuan untuk setiap pengukuran masih terdapat perbedaan, misalnya pada pengukuran panjang. Ukuran panjang seperti satu jengkal, satu hasta, dan lain-lain masih terkadang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dari fakta-fakta tersebut akan mungkin banyak pertanyaan yang muncul, misalnya: *Bagaimana jika angka-angka tersebut tanpa disertai satuan? Bagaimana jika tidak ada satuan standar dalam setiap pengukuran?* Pertanyaan-pertanyaan tersebut akan terjawab dengan ulasan selengkapnya dari bab ini.

A. Pengukuran, Satuan dan Sistem Satuan Internasional (SI) Besaran-Besaran Fisik

Salah satu aspek penting dalam sains adalah observasi atau pengamatan terhadap kejadian-kejadian. Observasi, bersama dengan pelaksanaan eksperimen dan pengukuran

yang dilakukan secara saksama, adalah salah satu dari proses ilmiah. Hasil-hasil observasi, eksperimen, dan pengukuran dapat membantu mencetuskan suatu teori dan sebaliknya teori tersebut juga dapat runtuh berdasarkan observasi, eksperimen, dan pengukuran.

Pengukuran besaran fisik mencakup perbandingan besaran tersebut dengan beberapa nilai satuan besaran tersebut, yang telah didefinisikan secara tepat. Pengukuran kuantitas apapun dilakukan relatif terhadap standar atau satuan (unit). Satuan didefinisikan sebagai sesuatu yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran, atau perbandingan dalam suatu pengukuran. Sebagai contoh mengukur panjang buku dan diperoleh 15 cm, tetapi bagaimana jika diperoleh angka tersebut hanya 15, tentunya tidak bisa dibenarkan karena angka tanpa satuan tidak memiliki makna sama sekali.

Untuk setiap besaran fisik dapat dinyatakan dalam satuan-satuan pokok yang perlu distandarisasi. Pemilihan satuan standar untuk setiap besaran fisik menghasilkan suatu sistem satuan.

1. Sistem Satuan

Sains yang sangat dekat dengan observasi dan pengukuran mengharuskan penggunaan satu set satuan yang konsisten. Di zaman sekarang ini sistem satuan terpenting adalah Sistem Internasional (SI) yang berasal dari Bahasa Prancis *Système International*. Dalam satuan SI, satuan panjang standar adalah meter, satuan waktu adalah sekon, dan satuan massa standar adalah kilogram. Sistem ini juga dikenal dengan sistem **MKS** (Meter-Kilogram-Sekon).

Sistem untuk pengukuran yang kedua adalah sistem **cgs** (Centimeter-Gram-Sekon). Sistem tersebut adalah satuan-satuan standar dari pengukuran panjang, massa, dan waktu seperti halnya MKS.

Besaran-besaran fisik terbagi menjadi dua kategori yaitu **besaran pokok** dan **besaran turunan**. Satuan-satuan yang terkait dengan jenis besaran yang tersebut disebut **satuan pokok** dan **satuan turunan**.

2. Besaran Pokok

Besaran pokok didefinisikan berdasarkan standar tertentu. Para ilmuwan menyederhanakan besaran-besaran pokok sesuai dengan lingkungan fisik makhluk hidup. Besaran pokok dibagi menjadi tujuh jenis yang menggunakan satuan SI yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Besaran Pokok dan Satuan dalam SI

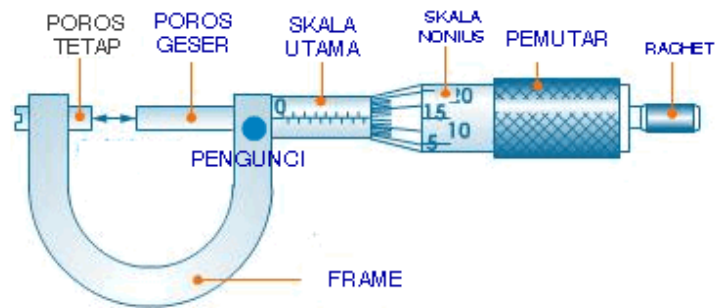
Besaran	Satuan	Singkatan Satuan
Panjang	meter	m
Waktu	sekon	s
Massa	kilogram	kg
Arus Listrik	ampere	A
Suhu	kelvin	K
Jumlah zat	mol	mol
Intensitas cahaya	kandela	cd

Pengukuran Besaran Pokok

Pengukuran besaran pokok menggunakan alat ukur yang sesuai. Pengukuran besaran pokok yang menggunakan beberapa alat ukur yang masing-masing berbeda tingkat ketelitiannya. Berikut akan dibahas masing-masing alat-alat ukur yang digunakan untuk tiap besaran pokok (kecuali jumlah zat karena jumlah zat tidak diukur secara langsung tetapi melalui pengukuran massa).

a. Panjang

Pengukuran panjang bisa jadi menjadi pengukuran yang paling sering kita temui di kehidupan sehari-hari. Alat yang paling sering ditemui untuk mengukur panjang suatu benda adalah mistar atau meteran untuk jarak yang lebih panjang. Namun untuk mengukur panjang benda yang kecil atau tipis, diperlukan alat ukur yang tingkat ketelitiannya lebih tinggi misalnya jangka sorong dan mikrometer sekrup.

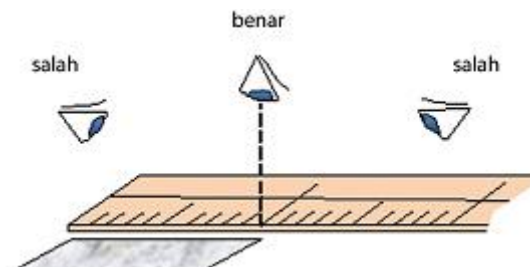


Gambar 1.1 Mikrometer Sekrup

Sumber: <http://rumushitung.com>

Mikrometer sekrup seperti yang disajikan pada Gambar 1.1 merupakan alat ukur panjang yang tingkat ketelitiannya lebih tinggi dibandingkan mistar maupun jangka sorong. Alat ini mampu mengukur hingga 0,01 mm sehingga untuk mengukur ketebalan benda yang tipis harus menggunakan mikrometer sekrup. Lalu, bagaimana cara menggunakan mikrometer sekrup? Berikut 5 langkah menggunakan alat ukur mikrometer sekrup yaitu:

- 1) Lakukan pengecekan untuk memastikan apakah poros tetap dan poros geser bertemu skala dan skala nonius utama menunjukkan angka nol,
- 2) Buka rahang dengan menggerakkan pemutar ke arah kiri sampai benda dapat masuk ke dalam rahang,
- 3) Letakkan benda di antara poros tetap dan poros geser lalu tutup kembali rahang hingga tepat menjepit benda,
- 4) Putarlah pengunci agar pemutar tidak bisa bergerak lagi,
- 5) Dengarkan bunyi “klik” yang muncul.



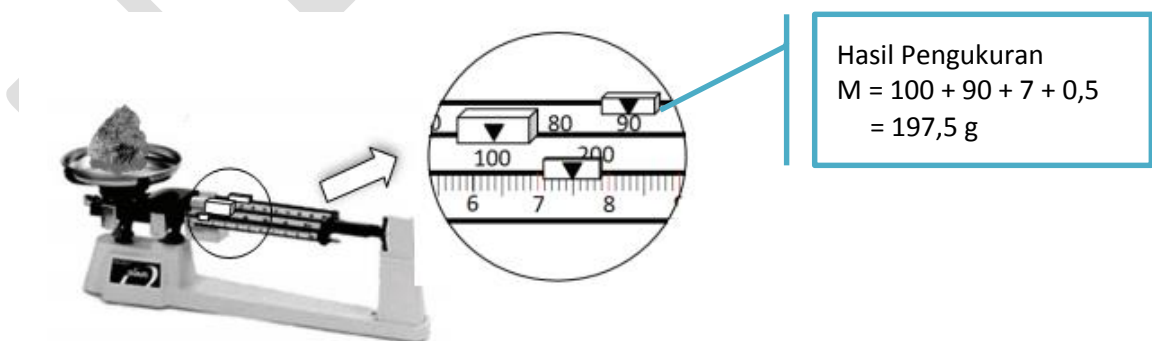
Gambar 1.2 Kesalahan Paralaks dimana mata tidak tegak lurus pada skala yang diamati. Sumber. Wahono, dkk, 2013

Kesalahan yang biasa dilakukan pengamat ketika mengukur apalagi mengukur panjang adalah posisi mata tidak tegak lurus dengan skala yang dibaca sehingga angka yang terbaca salah. Hasil pengukuran bisa jadi menjadi lebih kecil atau menjadi lebih besar meskipun itu kesalahan sekitar 0,50 cm. Kesalahan ini disebut dengan kesalahan paralaks.

b. Massa

Mengukur massa sering disamakan dengan mengukur berat. Apakah benar demikian? Kebanyakan orang menanyakan mengenai berat badan padahal yang ditanyakan adalah massa badan orang tersebut. Satuan massa dinyatakan dengan kg sedangkan berat dinyatakan dengan newton. Berat badan yang biasa dinyatakan dengan 50 kg, 60 kg, dll adalah merupakan hasil dari pengukuran massa. Mengukur massa menggunakan neraca misalnya Ohaus atau timbangan sedangkan pengukuran berat menggunakan neraca pegas/dinamometer.

Pada dasarnya cara mengukur massa sebuah benda adalah sama yaitu 1) meletakkan benda yang akan diukur massanya pada tempat (piring beban) yang disediakan oleh alat ukur tersebut, 2) geser beban pada lengan bebab sampai posisi seimbang, 3) amati penunjukan skala dan baca hasil penunjukan tersebut. Untuk neraca digital lebih muda karena nilai pengukuran sudah langsung tertera pada layar.



Sumber: Wahono, dkk, 2013

Gambar 1.3 Neraca Ohaus

c. Waktu

Waktu adalah besaran yang juga menjadi bagian yang tidak terlepas dari kehidupan kita sehari-hari. Jam dinding dan jam tangan merupakan alat ukur waktu yang paling sering kita temui. Untuk mengukur waktu dengan ketelitian tinggi diperlukan alat ukur yang baik misalnya stopwatch.

Sekon didefinisikan didefinisikan secara presisi dalam bentuk frekuensi radiasi yang dipancarkan oleh atom sesium ketika atom tersebut berpindah di antara dua keadaan tertentu. Menurut definisinya, terdapat 60 s dalam menit dan 60 menit di dalam satu jam.



1

Gambar 1.4 Stopwatch
Sumber. play. google.com

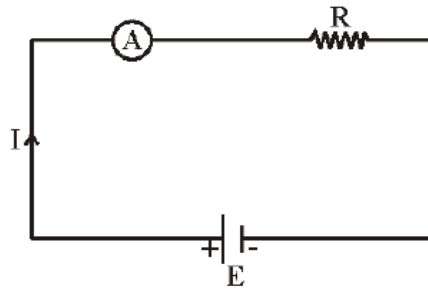
d. Arus listrik

Arus listrik dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut amperemeter. Alat ini ada beberapa jenis, ada yang analog dan ada juga yang digital. Amperemeter analog terdiri dari beberapa bagian yaitu terminal positif, terminal negatif, skala, dan batas ukur seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1.5 Amperemeter Analog
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Amperemeter harus dipasang secara seri dalam rangkaian untuk mengukur arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut, seperti pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 A adalah simbol untuk Amperemeter

e. Suhu

Penggunaan satuan suhu sangat beranekaragam. Di negara-negara barat satuan suhu yang familiar digunakan adalah Farhenheit sedangkan di Indonesia sendiri lebih familiar dengan Celcius. Alat ukur suhu disebut dengan termometer. Oleh karena itu nama termometer sering disesuaikan dengan jenis satuan suhu atau jenis skala yang digunakan. Satuan Internasional untuk suhu adalah Kelvin. Meski demikian, masing-masing wilayah menggunakan jenis termometer sesuai dengan yang familiar digunakan.

Penggunaan termometer sangatlah mudah. Anda mungkin pernah mengukur suhu badan anak kecil atau melihat perawat mengukur suhu badan seseorang ketika di rumah sakit. Di bagian ujung thermometer terdapat sensor yang sangat sensitif terhadap suhu. Untuk mengukur suhu, Anda cukup meletakan/menyentuhakan ujung termometer tersebut pada benda yang akan diukur suhunya lalu membaca skala atau hasil pengukuran suhu.

f. Intensitas cahaya

Cahaya sangat penting bagi kehidupan manusia. Bayangkan dunia tanpa cahaya maka dunia ini akan gelap gulita, tidak ada kehidupan. Pernahkah anda melihat atau mendengar tentang alat ukur cahaya? Alat untuk mengukur intensitas cahaya adalah candlemeter atau luxmeter.

3. Besaran Turunan

Besaran-besaran yang diturunkan dari besaran pokok disebut besaran turunan. Salah satu contoh besaran turunan adalah kelajuan, yang didefinisikan sebagai hasil bagi jarak dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut. Beberapa contoh besaran turunan serta satuannya (SI) disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Beberapa Contoh Besaran-besaran Turunan dan Satuan SI

Besaran	Satuan	Singkatan	Dalam konteks Satuan Pokok
Gaya	newton	N	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
Energi dan usaha	joule	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
Daya	watt	W	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$
Tekanan	pascal	Pa	$\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$
Frekuensi	hertz	Hz	s^{-1}

Pengukuran Besaran Turunan

Selain besaran turunan yang disebutkan sebelumnya terdapat beberapa besaran turunan yang pengukurannya sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari misalnya luas, volume, konsentrasi larutan, laju pertumbuhan, dan lain sebagainya. Berikut contoh pengukuran besaran turunan.

a. Luas

Luas merupakan salah satu besaran turunan yang diturunkan dari besaran panjang. Satuan dari luas adalah m^2 . Cara menghitung luas permukaan suatu benda ditentukan oleh model bidang tersebut. Menghitung luas yang paling sederhana adalah menghitung luas persegi atau persegi panjang. Luas persegi diperoleh dengan mengalikan dua sisi dan untuk persegi panjang luas diperoleh dengan mengalikan panjang dan lebarnya.

Untuk bidang yang tidak beraturan misalnya untuk menghitung luas dari daun, kita bias melakukan estimasi memperhatikan model daun apakah mendekati model jajaran genjang atau layang-layang. Luas daun tersebut bias dihitung dengan menggunakan rumus luas bidang tersebut. Ada cara lain juga yang bias dilakukan yaitu dengan menggunakan kertas grafik. Luas bisa ditentukan dengan menghitung banyaknya kotak yang disapu oleh daun kemudian mengalikan dengan luas tiap satu kotak kecil.

b. Volume

Volume pada umumnya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus luas alas dikali dengan tinggi. Misalnya untuk mencari volume buku, Anda dapat mengukur tinggi, panjang, dan lebar dari buku tersebut kemudian mengalikan 3 hasil pengukuran tersebut. Atau Anda dapat mencari volume silinder dengan menghitung luas alas yang berbentuk lingkaran kemudian mengalikan dengan tinggi silinder tersebut. Menghitung volume zat cair dapat dilakukan dengan menggunakan gelas ukur. Pada gelas ukur terdapat skala yang menunjukkan besar volume zat cair yang diukur. Gelas ukur juga dapat digunakan untuk mengukur benda yang tidak beraturan misalnya batu. Volume batu dapat ditentukan dengan memasukkan batu ke dalam gelas ukur yang berisi air. Pertambahan volume saat batu dimasukkan ke dalamnya adalah volume dari batu tersebut.

Bagaimana mengukur volume suatu danau? Diketahui bahwa danau bukan wilayah yang beraturan seperti kolam renang yang berbentuk balok atau kubus. Oleh karena itu untuk mengukur volume suatu danau diperlukan pendekatan.



Gambar 1.7 Menentukan volume danau
Sumber: <http://www.initempatwisata.com/>

Mengestimasi volume danau dengan menganggap danau berbentuk silinder. Volume danau diperoleh dengan mengalikan tinggi atau kedalaman danau dengan luas permukaan danau. Misalnya danau yang akan diukur memiliki kedalaman rata-rata 10 m dengan diameter 1 km maka penghitungan

volume danau adalah sebagai berikut.

$$V = h\pi r^2 \approx 10 \times 3 \times (5 \times 10)^2 \approx 8 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Jadi estimasi volume danau adalah $8 \times 10^6 \text{ m}^3$

c. Laju

Laju atau kelajuan lebih dikenal dengan kecepatan. Perbedaan dari kelajuan dan kecepatan adalah bahwa kelajuan merupakan besaran skalar sedangkan kecepatan adalah besaran vektor (materi ini akan dibahas selanjutnya). Menghitung kelajuan suatu benda diperoleh dari membagi jarak tempuh dengan waktu tempuh. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur laju adalah speedometer. Setiap kendaraan bermotor memiliki speedometer untuk mengukur kelajuan kendaraan.

B. Ketidakpastian Dan Notasi Ilmiah

1. Ketidakpastian

Pengukuran yang dilakukan tidak ada yang bersifat mutlak dan selalu mengandung ketidakpastian. Ketidakpastian itu dapat disebabkan karena faktor ketidakakurasian alat ukur, kecerobohan, dan atau keterbatasan pengamat dalam melihat hasil pengukuran. Misalnya, pengukuran panjang dengan menggunakan mistar kemudian pengamat memperoleh data 10 cm. Hasil pengukuran ini bisa jadi diperoleh dengan tidak memperhitungkan kelebihan hasil pengukuran 0,5 cm karena ketidakmampuan mengestimasi berapa nilai antara dua skala kecil.

Ketika menuliskan hasil dari suatu pengukuran, kita juga harus menuliskan estimasi ketidakpastian (*estimated uncertainty*) bersama hasil tersebut. Estimasi ketidakpastian ini dipengaruhi oleh alat ukur yang digunakan. Misalnya pengukuran panjang buku menggunakan mistar. Hasil pengukuran diperoleh panjang 25,5 cm, maka dalam penyajian dituliskan dalam bentuk sebagai berikut.

$$\text{Hasil Pengukuran} = (25,5 \pm 0,1) \text{ cm.}$$

Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa panjang buku berapa antara 25,4 dan 25,6 cm.

Persentase ketidakpastian adalah

Ketidakpastian dalam nilai numerik diasumsikan sebesar satu atau beberapa satuan dalam digit terakhir yang dinyatakan.

$$\frac{0,1}{25,5} \times 100\% \approx 1\%$$

2. Notasi Ilmiah

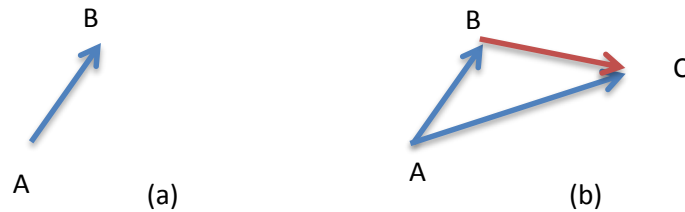
Kita bisa menuliskan angka dalam bentuk “pangkat sepuluh” (*powers of ten*), atau notasi “ilmiah”. Notasi ilmiah ini sangat penting untuk menuliskan bilangan-bilangan besar. Sebagai contoh angka 35.800 dituliskan dalam notasi Ilmiah $3,58 \times 10^4$.

Salah satu manfaat penggunaan notasi ilmiah adalah memungkinkan semua angka signifikan secara jelas. Misalnya angka signifikan dari 35.800 adalah empat maka notasi ilmiahnya adalah $3,580 \times 10^4$.

C. Besaran Vektor

Kata vektor berasal dari bahasa latin yang berarti “pembawa” (*carrier*) yang ada hubungannya dengan pergeseran (*displacement*). Vektor biasanya digunakan untuk menggambarkan perpindahan suatu partikel benda yang bergerak, atau juga untuk menggambarkan suatu gaya. Vektor digambarkan dengan sebuah garis dengan anak panah di salah satu ujungnya, yang menunjukkan arah perpindahan dari partikel tersebut.

Perpindahan suatu partikel adalah perubahan posisi dari partikel tersebut. Jika sebuah vektor berpindah dari posisi A ke B, maka pergeserannya dapat dinyatakan dengan vektor AB yang memiliki anak panah di B yang menunjukkan bahwa perpindahan tersebut mulai dari A ke B (lihat Gambar 1.8a). Dengan cara yang sama, perubahan posisi partikel dari posisi B ke C dapat dinyatakan dengan vektor BC (Gambar 1.8b). Hasil total kedua perpindahan ini sama dengan perpindahan dari A ke C, sehingga vektor AC disebut sebagai jumlah atau resultan dari pergeseran AB dan BC.



Gambar 1.8 Vektor Perpindahan

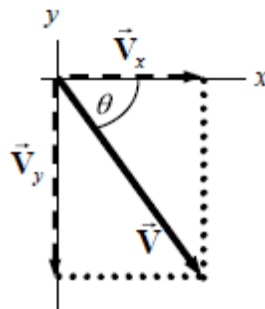
Beberapa **besaran fisika memiliki besar (nilai) dan arah**. Besaran fisis yang demikian dikenal dengan **besaran vektor**. Contoh besaran vektor yaitu kecepatan, perpindahan, percepatan, momentum, kuat medan listrik, dll. Sedangkan **besaran fisis yang hanya memiliki nilai dan tidak memperhatikan arah disebut besaran skalar**. Contoh besaran skalar yaitu kelajuan, muatan listrik, temperatur, jarak, waktu, dll.

Contoh Soal:

Jika $V_x = 6,80$ satuan dan $V_y = -7,40$ satuan, tentukan magnitudo (besar) dan arah \vec{V} .

Pembahasan:

Jika digambarkan vektor tersebut, maka akan terlihat seperti gambar di bawah ini:



Besarnya \vec{V} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{6,80^2 + (-7,40)^2} = 10,0 \text{ satuan}$$

Arah \vec{V} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\tan \theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{(-7,40)}{6,80} = -47^\circ \text{ atau berada pada } 47^\circ \text{ di bawah sumbu x positif.}$$

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017
MATA PELAJARAN IPA

BAB II
KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP



Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

BAB 2

KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP



Sumber: www.pinterest.com/jsilcott/five-kingdoms-unit/

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

Memahami prosedur pengklasifikasian makhluk hidup dan benda-benda tak-hidup sebagai bagian kerja ilmiah, serta mengklasifikasikan berbagai makhluk hidup dan benda-benda tak-hidup berdasarkan ciri yang diamati

Tuhan yang Maha Esa menciptakan makhluk hidup dan benda tak hidup di muka bumi ini. Untuk mengetahui perbedaan antara makhluk hidup dengan benda tak hidup, dapat kita lihat dari ciri-ciri makhluk hidup, yaitu: bergerak, makan, peka terhadap rangsangan, bernafas, tumbuh, mengeluarkan zat sisa (ekskresi), berkembang biak, dan beradaptasi.

Makhluk hidup di alam sangat beragam. Selain beraneka ragam, dalam satu jenis makhluk hidup juga terdapat variasi. Misalnya, terdapat beberapa jenis kucing, variasi warna bunga mawar. Pada konteks pembelajaran IPA, proses pengelompokan sangat perlu dilakukan terutama dalam pengelompokan makhluk hidup, sehingga mempermudah kita untuk mengenal dan mempelajari keanekaragaman makhluk hidup yang ada di permukaan bumi ini. Pengelompokan makhluk hidup menjadi golongan-golongan dinamakan *klasifikasi makhluk hidup*. Klasifikasi makhluk hidup adalah suatu cara mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan kesamaan ciri yang dimiliki.

A. Tujuan Klasifikasi Makhluk Hidup

Tujuan mengklasifikasikan makhluk hidup adalah untuk mempermudah mengenali, membandingkan, dan mempelajari makhluk hidup. Tujuan khusus/lain klasifikasi makhluk hidup adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-ciri yang dimiliki.
2. Mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain.
3. Mengetahui hubungan kekerabatan antar makhluk hidup
4. Memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Klasifikasi memungkinkan kita untuk lebih memahami kehidupan di dunia dengan membantu kita untuk: a) mengidentifikasi makhluk hidup, b) memahami sejarah makhluk hidup di dunia, c) menunjukkan kemiripan dan perbedaan antara makhluk hidup, d) mengomunikasikan secara tepat, akurat dan lebih mudah.

Dasar-dasar klasifikasi makhluk hidup, dapat berdasarkan:

1. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan persamaan dan perbedaan yang dimilikinya
2. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan ciri bentuk tubuh (morfologi) dan alat dalam tubuh (anatomi)
3. Klasifikasi makhluk hidup berdasarkan manfaat, ukuran, tempat hidup, dan cara hidupnya.

B. Tahapan klasifikasi

Untuk mengklasifikasikan makhluk hidup harus melalui serangkaian tahapan. Tahapan tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Pengamatan sifat makhluk hidup

Pengamatan merupakan proses awal klasifikasi, yang dilakukan dalam proses ini adalah melakukan identifikasi makhluk hidup satu dengan makhluk hidup yang

lainnya. Mengamati dan mengelompokkan berdasarkan tingkah laku, bentuk morfologi, anatomi, dan fisiologi.

2. Pengelompokkan makhluk hidup berdasarkan pada ciri yang diamati

Hasil pengamatan kemudian diteruskan ke tingkat pengelompokkan makhluk hidup. Dasar pengelompokkannya adalah ciri dan sifat atau persamaan dan perbedaan makhluk hidup yang diamati.

3. Pemberian nama makhluk hidup

Pemberian nama makhluk hidup merupakan hal yang penting dalam klasifikasi. Ada berbagai sistem penamaan makhluk hidup, antara lain pemberian nama dengan sistem tata nama ganda (*Binomial Nomenclature*) dan trinomial. Dengan adanya nama makhluk hidup maka ciri dan sifat makhluk hidup akan lebih mudah dipahami.

C. Sistem Klasifikasi Makhluk Hidup

Berdasarkan kriteria yang digunakan, sistem klasifikasi makhluk hidup dibedakan menjadi tiga, yaitu sistem buatan (artifisial), sistem alami (natural), dan sistem filogenik.

1. Sistem Klasifikasi Buatan (Artifisial)

Sistem klasifikasi buatan mengutamakan tujuan praktis dalam ikhtisar dunia makhluk hidup. Dasar klasifikasi adalah ciri morfologi, alat reproduksi, habitat dan penampakan makhluk hidup (bentuk dan ukurannya). Misalnya, pada klasifikasi tumbuhan ada pohon, semak, perdu, dan gulma. Berdasarkan tempat hidup, dapat dikelompokkan hewan yang hidup di air dan hewan yang hidup di darat. Berdasarkan kegunaannya, misalnya makhluk hidup yang digunakan sebagai bahan pangan, sandang, papan dan obat-obatan.

2. Sistem Klasifikasi Alami (Natural)

Klasifikasi makhluk hidup yang menggunakan sistem alami menghendaki terbentuknya takson yang alami. Pengelompokkan pada sistem ini dilakukan berdasarkan pada karakter-karakter alamiah yang mudah untuk diamati, pada umumnya berdasarkan karakter morfologi, sehingga terbentuk takson-takson yang alami, misalnya hewan berkaki empat, hewan bersirip, hewan tidak berkaki, dan sebagainya. Pada tumbuhan misalnya tumbuhan berdaun menyirip, tumbuhan berdaun seperti pita, dan sebagainya.

Linnaeus 1735	Haeckel 1866 ^[4]	Chatton 1937 ^[5]	Copeland 1956 ^[6]	Whittaker 1969 ^[7]	Woese et al. 1977 ^[8]	Woese et al. 1990 ^[9]
2 kingdoms	3 kingdoms	2 empires	4 kingdoms	5 kingdoms	6 kingdoms	3 domains
(not treated)	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria
					Archaeobacteria	Archaea
Vegetabilia	Plantae	Eukaryota	Protista	Protista	Protista	Eukarya
			Fungi	Fungi	Fungi	
Animalia	Animalia		Plantae	Plantae	Plantae	
			Animalia	Animalia	Animalia	

Gambar 2.2 Perkembangan sistem klasifikasi makhluk hidup

Sumber: <https://laikaspoetnik.wordpress.com/tag/evolution/>

3. Sistem Klasifikasi Filogenik

Sistem klasifikasi filogenik merupakan suatu cara pengelompokan organisme berdasarkan garis evolusinya atau sifat perkembangan genetik organisme sejak sel pertama hingga menjadi bentuk organisme dewasa. Sistem klasifikasi ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan teori evolusi. Teori ini diperkenalkan oleh Charles Darwin (1859). Sistem klasifikasi filogeni ini merupakan sistem klasifikasi yang mendasari sistem klasifikasi modern, yang dipelopori oleh Hutchinson, Cronquist, dan lainnya. Makin dekat hubungan kekerabatan, maka makin banyak persamaan morfologi dan anatomi antar takson. Semakin sedikit persamaan maka makin besar perbedaannya, berarti makin jauh hubungan kekerabatannya. Misalnya, orang utan lebih dekat kekerabatannya dengan monyet dibandingkan dengan manusia. Hal itu didasarkan pada tes biokimia setelah ilmu pengetahuan berkembang pesat, terutama ilmu pengetahuan tentang kromosom, DNA, dan susunan protein organisme.

D. Sistem Tata Nama Ganda (Binomial Nomenclature)

Sebelum digunakan nama baku yang diakui dalam dunia ilmu pengetahuan, makhluk hidup diberi nama sesuai dengan nama daerah masing-masing, sehingga terjadi lebih dari

satu nama untuk menyebut satu makhluk hidup. Misalnya, mangga ada yang menyebut *taipa* (di daerah Makassar), ada yang menyebut *pao* (daerah Bugis), dan ada pula yang menyebut *pelem* (daerah Jawa). Nama pisang, di daerah Jawa tengah disebut dengan *gedang*, sedangkan di daerah Sunda *gedang* berarti pepaya. Karena adanya perbedaan penyebutan ini maka akan mengakibatkan salah pengertian sehingga informasi tidak tersampaikan dengan tepat atau pun informasi tidak dapat tersebar luas ke daerah-daerah lain atau pun negara lain.

Carolus Linnaeus (1707-1778) adalah seorang ilmuwan Swedia yang meneliti tentang tata cara penamaan dan identifikasi organisme (*Systema Naturae*) yang menjadi dasar taksonomi modern. Untuk menyebut nama makhluk hidup, C. Linnaeus menggunakan sistem tata nama ganda, yang aturannya sebagai berikut:

1. Nama spesies terdiri atas dua kata. Kata pertama adalah nama genus dan kata kedua adalah penunjuk spesies.
2. Kata pertama diawali dengan huruf besar dan kata kedua dengan huruf kecil.
3. Menggunakan bahasa Latin atau ilmiah atau bahasa yang dilatinkan, yaitu dengan dicetak miring atau digarisbawahi secara terpisah untuk nama genus dan nama spesiesnya.

Contoh: Nama ilmiah jagung adalah *Zea mays* atau dapat pula ditulis *Zea mays*. Hal ini menunjukkan nama *genus* = *Zea* dan nama petunjuk *spesies* = *mays*.

E. Pengklasifikasian Makhluk Hidup

Pada awalnya dalam klasifikasi, makhluk hidup dikelompokkan dalam kelompok-kelompok berdasarkan persamaan ciri yang dimiliki. Kelompok-kelompok tersebut dapat didasarkan pada ukuran besar hingga kecil dari segi jumlah anggota kelompoknya. Namun, kelompok-kelompok tersebut disusun berdasarkan persamaan dan perbedaan. Urutan kelompok ini disebut takson atau taksonomi. Kata taksonomi sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *taxis* (susunan, penyusunan, penataan) atau *taxon* (setiap unit yang digunakan dalam klasifikasi objek biologi) dan *nomos* (hukum).

Menurut Carolus Lennaeus, tingkatan takson diperlukan untuk pengklasifikasian, yang berurutan dari tingkatan tinggi yang umum menuju yang lebih spesifik di tingkatan yang terendah. Urutan hierarkinya yaitu :

- Kingdom (Kerajaan)
- Phylum (Filum) untuk hewan / Divisio (Divisi) untuk tumbuhan
- Classis (Kelas)
- Ordo (Bangsa)
- Familia (Keluarga)
- Genus (Marga)
- Spesies (Jenis)

Dari tingkatan di atas, bisa disimpulkan jika dari spesies menuju kingdom, maka takson semakin tinggi. Selain itu jika takson semakin tinggi, maka jumlah organisme akan semakin banyak, persamaan antar organisme akan makin sedikit sedangkan perbedaanya akan semakin banyak. Sebaliknya, dari kingdom menuju spesies, maka takson semakin rendah. Dan jika takson semakin rendah, maka jumlah organisme akan semakin sedikit, persamaan antar organisme akan makin banyak sedangkan perbedaanya akan semakin sedikit. Urutan takson atau taksonomi pada makhluk hidup dapat dilihat pada Tabel 2.1.

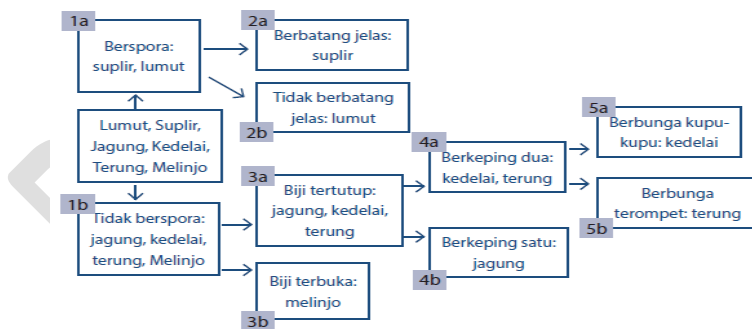
Tabel 2.1 Urutan Takson atau Taksonomi pada Makhluk Hidup

Bahasa Latin	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris
<i>Regnum</i>	Dunia	<i>Kingdom</i>
<i>Divisio/Phyllum</i>	Divisi/Filum	<i>Division/Phyllum</i>
<i>Classis</i>	Kelas	<i>Class</i>
<i>Ordo</i>	Bangsa	<i>Order</i>
<i>Familia</i>	Suku	<i>Family</i>
<i>Genus</i>	Marga	<i>Genus</i>
<i>Species</i>	Jenis	<i>Species</i>

Dalam proses pengklasifikasian makhluk hidup perlu adanya proses identifikasi. Identifikasi merupakan suatu proses yang dapat kita lakukan untuk menentukan atau mengetahui identitas dari suatu jenis organisme. Banyak metode yang dapat kita gunakan untuk mengetahui identitas suatu jenis organisme, di antaranya dengan konfirmasi langsung kepada ahlinya, mencocokkan dengan spesimen, atau dengan menggunakan suatu instrumen yaitu kunci identifikasi atau kunci determinasi. Kunci determinasi tersebut merupakan serangkaian pertanyaan yang dapat menggiring kita sehingga dapat mengetahui nama dari jenis organisme yang ingin kita ketahui identitasnya.

Kunci determinasi merupakan cara atau langkah untuk mengenali organisme dan mengelompokkannya pada takson makhluk hidup. Kunci determinasi adalah uraian keterangan tentang ciri-ciri makhluk hidup yang disusun berurut mulai dari ciri umum hingga ke ciri khusus untuk menemukan suatu jenis makhluk hidup. Kunci determinasi yang paling sederhana ialah kunci dikotom. Kunci dikotom berisi keterangan yang disusun berpasangan dan menunjukkan ciri yang berlawanan. Untuk lebih jelasnya coba perhatikan contoh kunci determinasi dibawah ini (Wahono dkk., 2016).

Berikut adalah contoh cara membuat kunci determinasi.



Data pada diagram kunci dikotom di atas, jika ditulis akan menjadi kunci determinasi sebagai berikut:

1.	a. Tumbuhan yang berspora.....	2a
	b. Tumbuhan yang tidak berspora.....	3a
2.	a. Tumbuhan yang berbatang jelas.....	Suplir
	b. Tumbuhan yang tidak berbatang jelas.....	Lumut
3.	a. Berbiji tertutup.....	4a
	b. Berbiji terbuka.....	Belinjo
4.	a. Biji berkeping dua.....	5a
	b. Biji berkeping	Jagung
5.	a. Berbunga kupu kupu.....	Kedelai
	b. Berbunga terompet.....	Terung

1. Kelompok Hewan

Hewan yang terdapat di muka bumi ini sangat beragam, baik dari segi bentuk maupun ukurannya. Secara umum hewan dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu hewan *vertebrata* (bertulang belakang) dan hewan *invertebrata* (tidak bertulang belakang).

a. Hewan bertulang belakang (*Vertebrata*)

Hewan Vertebrata adalah kelompok hewan yang memiliki tulang belakang. Mereka umumnya memiliki tubuh simetri bilateral, rangka dalam, dan berbagai alat tubuh. Ada lima kelompok hewan vertebrata, yaitu Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, dan Mammalia.



Gambar 2.2 Contoh-contoh hewan vertebrata

Sumber: ilmupengetahuanumum.com

b. Hewan tidak bertulang belakang (*Avertebrata*)

Hewan tidak bertulang belakang (*Avertebrata*) dikelompokkan menjadi delapan kelompok. Hewan tersebut adalah protista mirip hewan (*protozoa*), hewan berpori (*Porifera*), hewan berongga (*Coelenterata*), cacing pipih (*Platyhemintoes*), cacing giling

(*Nemathelminthes*), cacing berbuku-buku (*Annelida*), hewan lunak (*Mollusca*), hewan dengan kaki beruas-ruas (*Arthropoda*), dan hewan berkulit duri (*Echinodermata*).

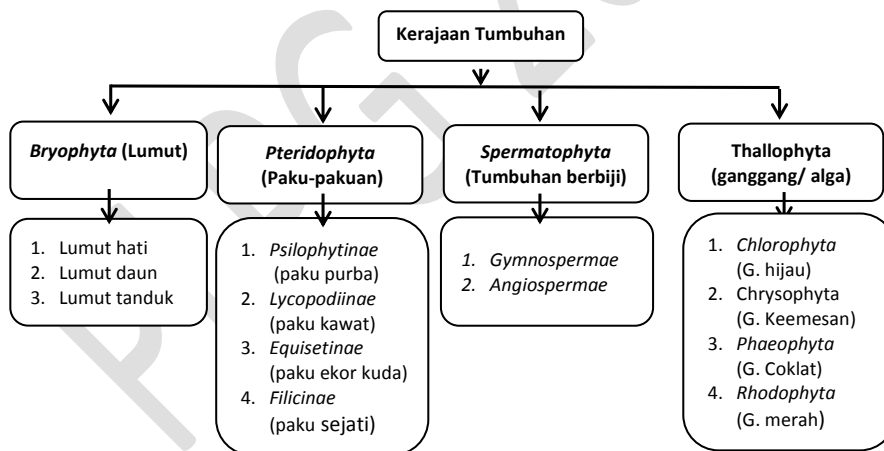


Gambar 2.2 Contoh-contoh hewan invertebrata

Sumber: ilmupengetahuanumum.com

2. Kelompok Tumbuh-tumbuhan

Kingdom *Plantae* (tumbuhan) dibagi ke dalam beberapa divisio, yakni Lumut (*Bryophyta*), Paku-pakuan (*Pteridophyta*), tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*), serta Ganggang (*Thallophyta*). Skema pengelompokan tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skema Pengelompokan Tumbuhan

a. Tumbuhan lumut (*Bryophyta*)

Tumbuhan lumut susunan tubuhnya lebih kompleks dibanding dengan Thallophyta. Dalam daur hidupnya terdapat pergantian keturunan (metagenesis) antara turunan vegetatif

dengan turunan generatif. Gametofit lebih menonjol dibanding sporofit. Gametofit merupakan turunan vegetatif yang melekat pada substrat dengan menggunakan rizoid. Sporofit merupakan turunan vegetatif berupa badan penghasil spora (sporangium). Sporofit itu tumbuh pada gametosit bersifat parasit. Habitatnya di daratan yang lembab, ada pula yang hidup sebagai epifit. Tubuhnya tidak memiliki berkas pembuluh (vaskular seperti pembuluh xilem dan floem). Contoh lumut yaitu lumut hati, lumut daun, dan lumut tanduk.



Gambar 2.4 Contoh Tumbuhan Lumut

Sumber: belajar.kemdikbud.go.id

b. Tumbuhan paku-pakuan (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku-pakuan sudah memiliki akar, batang dan daun, sehingga tingkatannya lebih tinggi dibanding tumbuhan lumut. Pada batang sudah terdapat jaringan pengangkut xilem dan floem yang teratur. Tumbuhan paku-pakuan dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan yang lembab dan ada beberapa jenis paku-pakuan yang dapat hidup di dalam air. Seperti halnya lumut, tanaman ini dalam reproduksinya mengalami metagenesis, turunan gametofit dan sporofitnya bergantian.



Gambar 2.5 Contoh Tumbuhan Paku

Sumber: ebiologi.com

c. Tumbuhan Berbiji (*Spermatophyta*)

Dilihat dari struktur tubuhnya, anggota *Spermatophyta* merupakan tumbuhan tingkat tinggi. Organ tubuhnya lengkap dan sempurna, sudah terlihat adanya perbedaan antara akar, batang dan daun yang jelas atau sering disebut dengan tumbuhan berkormus (*Kormophyta*). Tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*) dikelompokkan menjadi tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).

1) Tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*)

Ciri morfologi tumbuhan ini adalah berakar tunggang, daun sempit, tebal dan kaku, biji terdapat dalam daun buah (makrosporofil) dan serbuk sari terdapat dalam bagian yang lain (mikrosporofil), daun buah penghasil dan badan penghasil serbuk sari terpisah dan masing-masing disebut dengan strobillus. Ciri-ciri anatominya memiliki akar dan batang yang berkambium, akar mempunyai kaliptra, batang tua dan batang muda tidak mempunyai floeterma atau sarung tepung, yaitu endodermis yang mengandung zat tepung.



Gambar 2.6 Contoh tumbuhan biji terbuka

Sumber: seputarpendidikan003.blogspot.co.id

2) Tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*)

Tanaman angiospermae mempunyai ciri-ciri morfologi sebagai berikut mempunyai bunga yang sesungguhnya, bentuk daun pipih dan lebar dengan susunan daun yang bervariasi, bakal biji tidak tampak terlindung dalam daun buah atau putik, terjadi pembuahan ganda, pembentukan embrio dan endosperm berlangsung dalam waktu yang

hampir bersamaan. *Angiospermae* berdasarkan biji dibagi menjadi 2 kelompok yakni biji berkeping 1 (monokotil) dan berkeping 2 yakni dikotil.



Gambar 2.7 Contoh tumbuhan biji tertutup

Sumber: slideshare.net

d. Ganggang (*Thallophyta*)

Thallophyta merupakan kelompok tumbuhan yang mempunyai ciri utama yaitu tubuh berbentuk talus. Tumbuhan talus merupakan tumbuhan yang struktur tubuhnya masih belum bisa dibedakan antara akar, batang dan daun. Ciri-ciri dari tumbuhan talus ini adalah tersusun oleh satu sel yang berbentuk bulat, berkembangbiakan pada umumnya secara vegetatif dan generatif.

F. Sistem Klasifikasi Lima Kingdom

Robert H. Whittaker, pengelompokkan makhluk hidup dibagi menjadi 5 kingdom utama, yaitu : 1) Kingdom Monera, 2) Kingdom Protista, 3) Kingdom Fungi, 4) Kingdom Plantae, dan 5) Kingdom Animalia

1. Kingdom Monera

Monera adalah Kingdom makhluk hidup yang tidak memiliki membran inti, biasanya disebut organisme *prokariot*. Meskipun tidak memiliki membran inti, kelompok monera memiliki bahan inti, seperti asam inti, sitoplasma, dan membran sel. Cara reproduksi monera dapat berlangsung secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara pembelahan biner (binary fission), fragmentasi atau spora. Reproduksi secara seksual adalah

dengan cara konjugasi, transduksi maupun transformasi. Contoh kelompok Monera ialah bakteri dan alga biru. Bakteri terdapat di lingkungan kita, ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti bakteri *Escherichia coli* yang berperan membantu memproduksi vitamin K melalui proses pembusukan sisa makanan. Ada pula bakteri yang berbahaya bagi kehidupan manusia seperti *Mycobacterium tuberculosis* yang menyebabkan penyakit TB (*tuberculosis paru*).



Gambar 2.8 Salah satu contoh monera (bakteri *Mycobacterium tuberculosis*)
Sumber: <http://www.nature.com/news/2010/100609/images/news.2010.TB>

2. Kingdom Protista

Protista adalah organisme eukariot pertama atau paling sederhana. Protista merupakan organisme eukariotik sehingga memiliki membran inti sel. Protista mempunyai keanekaragaman metabolisme. Protista ada yang aerobik dan memiliki mitokondria sebagai alat respirasinya, serta ada juga yang anaerobik. Ada juga Protista yang fotoautotrof karena memiliki kloroplas, dan ada juga yang hidup secara heterotrof dengan cara menyerap molekul organik atau memakan organisme lainnya.

Sebagian besar dari Protista memiliki alat gerak yang berupa flagela (bulu cambuk) atau silia (rambut getar) sehingga dapat bergerak (motil), namun ada juga yang tidak mempunyai alat gerak. Protista dapat dengan mudah ditemukan karena hidup diberbagai habitat yang mengandung air seperti di tanah, sampah, tumpukan dedaunan, air tawar, air laut, pasir, endapan lumpur, dan batu. Namun ada juga yang hidup dengan bersimbiosis di dalam tubuh organisme lain secara parasit atau mutualisme. Beberapa contoh kelompok Protista adalah *Amoeba*, *Euglena*, *Paramecium*, *Dictyostelium discoideum*, Alga merah: *Eucheuma spinosum*, *Paramecium*, *Entamoeba histolytica*, dll.



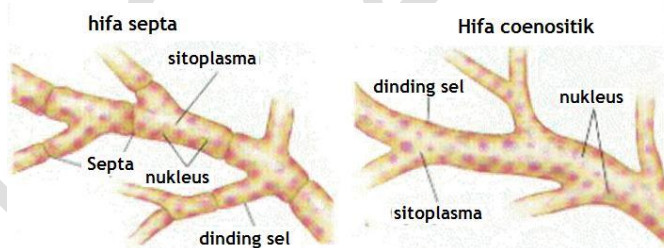
(a) *Physarium polycephalum* (b) *Paramecium* (c) Alga hijau: *Ulva* sp

Gambar 2.9 Beberapa contoh protista

Sumber: Dok. Kemdikbud.

3. Kingdom Jamur (Fungi)

Kelompok jamur (*fungi*) merupakan kelompok makhluk hidup yang memperoleh makanan dengan cara menguraikan bahan organik makhluk hidup yang sudah mati. Jamur tidak berklorofil, berspora, tidak mempunyai akar, batang, dan daun. Jamur hidupnya di tempat yang lembap, bersifat saprofit (organisme yang hidup dan makan dari bahan organik yang sudah mati atau yang sudah busuk) dan parasit organisme yang hidup dan mengisap makanan dari organisme lain yang ditempelinya).

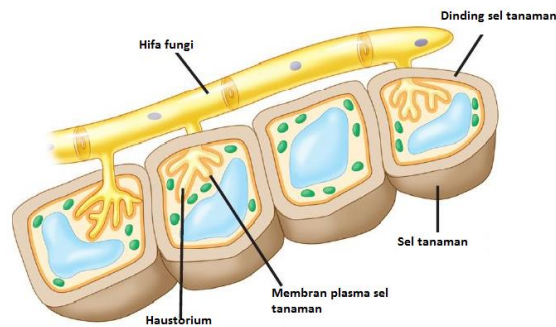


Gambar 2.10 Dua bentuk hifa jamur

Sumber: <https://ameliadewi205.wordpress.com/category/jamur/>

Tubuh jamur terdiri atas benang-benang halus yang disebut *hifa*. Hifa dapat bercabang-cabang dan akan tumbuh sehingga membentuk anyaman yang rapat dan padat yang disebut miselium. Miselium yang tersusun sangat rapat ini sangat efektif dalam proses penyerapan nutrisi. Terdapat dua jenis hifa fungi, yaitu hifa bersekat dan hifa tidak bersekat. Hifa bersekat adalah hifa yang terbagi menjadi sel-sel yang dipisahkan oleh sekat yang disebut septum (jamak: *septa*). Sedangkan hifa yang tidak bersekat (disebut juga hifa senositik), tidak

memiliki pembatas sehingga bentuknya mirip selang panjang yang di dalamnya terdapat organel-organel sel.



Gambar 2.10 Haustorium, hifa fungi parasit

Sumber: <http://bio1903.nicerweb.com/Locked/media/ch31/haustoria.html>

Fungi parasit memiliki hifa khusus yang disebut haustorium yang akan tertanam dalam sel dari organisme inangnya dan berfungsi untuk menyerap nutrisi yang dihasilkan jaringan tersebut. Pada klasifikasi 5 kingdom, *Myxomycota* dan *Oomycota* termasuk kelompok *Protista*, yaitu *Protista* mirip jamur. Jamur dibagi menjadi 6 Filum, yaitu *Chytridiomycota*, *Zygomycotina*, *Endomycota*, *Glomeromycota*, *Ascomycotina*, *Basidiomycotina*, dan *Deuteromycotina*.

Contoh Soal 1



Berdasarkan gambar, lumut tersebut merupakan lumut dengan nama spesies

Pembahasan

Lumut tersebut merupakan lumut tanduk, dengan nama spesies *Anthoceros leavis*.

Commented [M1]: Contoh lain yg menarahkan pada keterampilan mengidentifikasi

Ciri-ciri dari lumut *Anthoceros leavis* yaitu tubuhnya mirip lumut hati, tetapi berbeda pada sporofitnya, sporofit pada lumut ini membentuk kapsul memanjang yang tumbuh seperti tanduk, habitatnya di daerah yang mempunyai kelembaban tinggi.

Contoh soal 2

Bakteri dapat melakukan perkembangbiakan baik secara seksual maupun asexual. Bagaimana cara bakteri melakukan perkembangbiakan secara seksual?

Pembahasan

Bakteri dapat berkembang biak secara asexual dengan cara membelah diri atau secara seksual disebut *konjugasi*. Cara perkembangbiakan dengan konjugasi adalah dua sel hasil pembelahan berdekatan membentuk saluran konjugasi. Melalui saluran ini plasma dari sel yang satu mengalir ke sel yang lain.

4. Kingdom Plantae

Plantae atau tumbuhan ialah organisme yang mempunyai membran inti (*Eukariotik*) yang dapat membuat makanannya sendiri dan bersel banyak. Pada umumnya plantae hidup di darat. Perkembangbiakannya bisa secara kawin dan tidak kawin. Memiliki zat warna/kloroplas yang berisi klorofil/ makhluk autotroph. Kingdom plantae terbagi menjadi 3 kelompok: a) Lumut / Bryophyta, b) paku-pakuan / Pteridophyta, dan c) tumbuhan biji / Spermatophyta.

5. Kingdom Animalia

Animalia atau hewan adalah organisme yang memakan makhluk hidup lain untuk kebutuhan makanannya. Makhlukhidup ini bersel banyak, memiliki inti sel eukariotik, tidak memiliki dinding sel, tidak berkloroplas, makhluk heterotroph, memiliki pigmen kulit. Animalia terdiri dari dua filum, yaitu: a) Chordata: Vertebrata (Pisces, amphibi, reptile, aves, mamalia), dan b) Achordata: Invertebrata/ Avertebrata (Porifera, Coelentrata, Annelida, dll.)

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB III

SEL, JARINGAN, DAN REPRODUKSI PADA TUMBUHAN



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

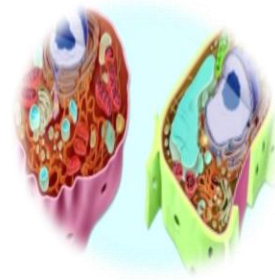
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 3

SEL, JARINGAN, DAN SISTEM REPRODUKSI PADA TUMBUHAN



Sumber: www.zonasiswa.com

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

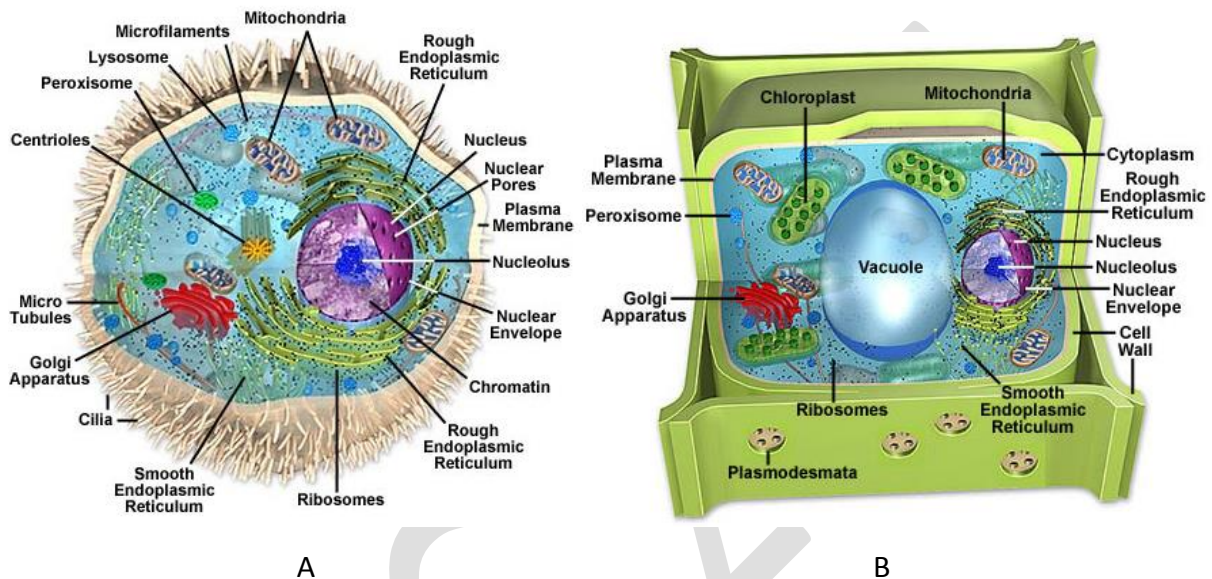
1. Mendeskripsikan keragaman pada sistem organisasi kehidupan mulai dari tingkat sel sampai organisme, serta komposisi utama penyusun sel.
2. Menjelaskan keterkaitan struktur jaringan tumbuhan dan fungsinya, serta berbagai pemanfaatannya dalam teknologi yang terilhami oleh struktur tersebut.
3. Memahami reproduksi pada tumbuhan, sifat keturunan, serta kelangsungan makhluk hidup.

A. Sel

Pengetahuan tentang sel telah dimulai sejak abad ke-17 di mana pada waktu itu Robert Hooke (1635-1703) dari Inggris seorang pedagang kaca berhasil membuat sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil. Alat itu kemudian dikenal dengan nama mikroskop. Dengan mikroskop itu Robert Hooke dapat melihat bagian-bagian dari irisan kulit kayu yang mati dan sangat kecil. Hasil pengamatan itu berupa petak-petak segi empat yang di tengahnya kosong. Benda tersebut disebut sel yang berarti petak atau ruang kecil.

Pada tahun 1838 - 1939, dua orang ahli fisiologi Jerman, Theodor Schwann dan Matthias Jakob Schleiden, masing-masing bekerja secara sendiri-sendiri, mengajukan suatu teori sel yang baru dan revolusioner. Mereka menganggap bahwa makhluk hidup, dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks, hampir sepenuhnya tersusun dari sel dan bahwa sel-sel ini memainkan peranan penting dalam semua kegiatan hidup.

Hasil observasi dari para ilmuwan selama bertahun-tahun, membentuk suatu teori yang dinamakan teori sel. Teori sel tersebut menyatakan bahwa sel merupakan unit struktural paling dasar dari makhluk hidup; sel adalah unit fungsional dari makhluk hidup; dan semua sel berasal dari sel lainnya melalui proses pembelahan. Gambar 3.1 menampilkan perbandingan anatomi sel hewan (A) dan sel tumbuhan (B).



Gambar 3.1 Anatomi Sel Hewan (A) dan Sel Tumbuhan (B)

Sumber: <https://micro.magnet.fsu.edu/cells/>

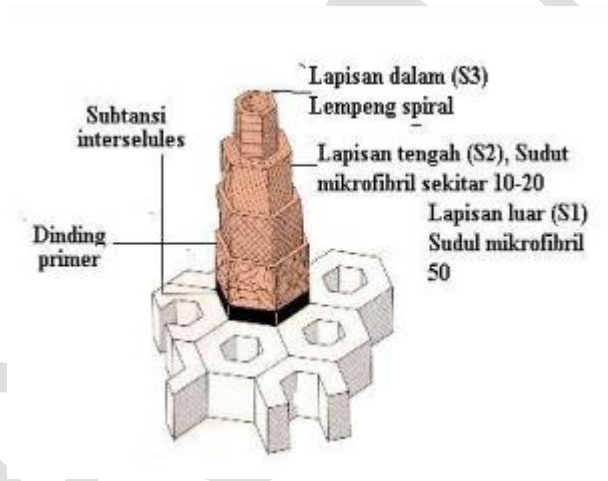
Berikut ini akan diuraikan hal-hal yang terkait dengan sel.

1. Struktur dan Fungsi Bagian-Bagian Sel

Sel merupakan unit terkecil kehidupan. Kehidupan dimulai di dalam sel. Sel adalah suatu pabrik yang di dalamnya dapat disintesis ribuan molekul yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Ukuran sel bervariasi tergantung fungsinya. Bentuk sel juga tergantung fungsinya. Untuk melaksanakan fungsinya dengan baik efisien, maka sel dilengkapi dengan berbagai komponen yang memungkinkan berbagai aktifitas sel dapat dilaksanakan. Secara umum, struktur dasar sel terdiri atas dinding sel, membrane sel, retikulum endoplasma, badan golgi, lisosom, mikrobodi, mitokondria, kloroplas, ribosom, nukleus, mikrotubul dan mikrofilamen, sentriol, silia dan flagel. Tidak semua sel memiliki komponen-komponen tersebut di atas, tergantung pada tipe selnya.

a. Dinding Sel

Dinding sel hanya dijumpai pada sel tumbuhan. Dinding sel berfungsi sebagai penyangga mekanik dan memberi bentuk pada sel. Pada kondisi tertentu, dinding sel berperan untuk melindungi sel agar tidak mengalami lisis. Dinding sel tumbuhan terutama tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan polisakarida pektat. Secara umum, dinding sel pada tumbuhan terdiri atas dua, yaitu dinding sel primer dan dinding sel sekunder. Di antara dinding primer dari suatu sel dengan dinding primer dari sel yang bertetangga terdapat lamella tengah. Dinding sel sekunder terdiri atas tiga lapis, yaitu lapisan dalam (S3), lapisan tengah (S2), dan lapisan luar (S1) (Thorpe, 1984). Struktur dinding sel dapat dilihat pada Gambar 3.2.

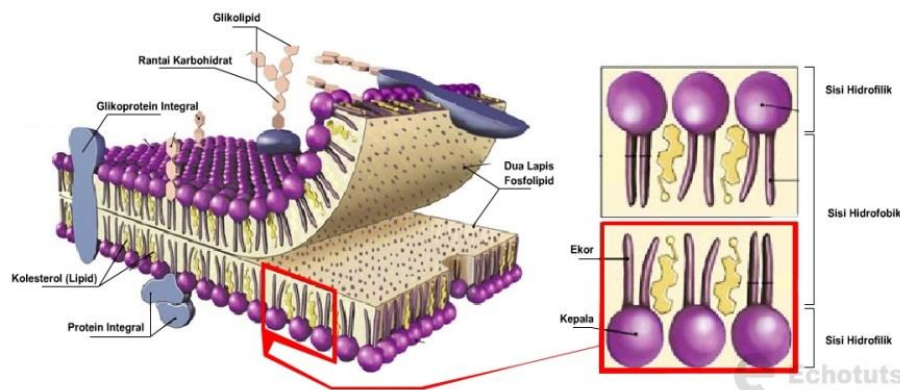


Gambar. 3.2. Struktur Dinding Sel (Thorpe, 1984)

Dinding sel biasanya bersifat kaku. Namun demikian, bukanlah merupakan pemisah secara absolut antara isi sel dengan lingkungan sekitarnya. Hal tersebut disebabkan karena pada dinding sel terdapat suatu saluran yang menghubungkan antara satu sel dengan sel lainnya. Penghubung tersebut dinamakan plasmodesmata, berperan dalam melayani sirkulasi bahan-bahan interselesuler. Selain plasmodesmata, pada dinding sel tumbuhan misalnya sel-sel xylem dan floem, terdapat lubang-lubang halus atau lubang-lubang besar yang dapat menghubungkan antara dua sel yang bertetangga.

b. Membran Sel/Membran Plasma

Membran sel adalah selaput yang terletak paling luar dan tersusun dari senyawa kimia *lipoprotein* (gabungan dari senyawa lemak atau lipid dengan senyawa protein). Membran sel disebut juga membran plasma atau selaput plasma. Membran sel tersusun atas molekul-molekul protein, lapisan senyawa lemak (fosfolipid), air, karbohidrat, dan sedikit kolesterol. Setiap lapisan senyawa lemak, tersusun atas gugus lipid dan fosfat. Gugus lipid dari fosfolipid bersifat tidak suka air (hidrofobik), sedangkan gugus fosfat bersifat suka air (hidrofilik). Gugus lipid sering disebut ekor dan gugus fosfat disebut kepala. Setiap fosfolipid akan saling berpasangan sehingga membentuk dua lapisan (bilayer) fosfolipid yang saling berlawanan.



Gambar 3.3 Membran sel/membran plasma

Sumber: <http://www.ehotuts.web.id/>

Molekul-molekul protein dari membran sel terbagi menjadi dua, yaitu protein integral (intrinsik) dan protein perifer (ekstrinsik). Protein integral merupakan protein yang terletak menembus lapisan lipid, sedangkan protein perifer hanya menempel di permukaan fosfolipid tersebut. Struktur membran sel ini dikemukakan menjadi teori mosaik cair (*fluid mosaic model*) oleh dua orang ilmuwan, yaitu Jonathan Singer dan Garth Nicolson. Dengan struktur yang demikian kompleks, membran sel memiliki beberapa fungsi di antaranya sebagai berikut.

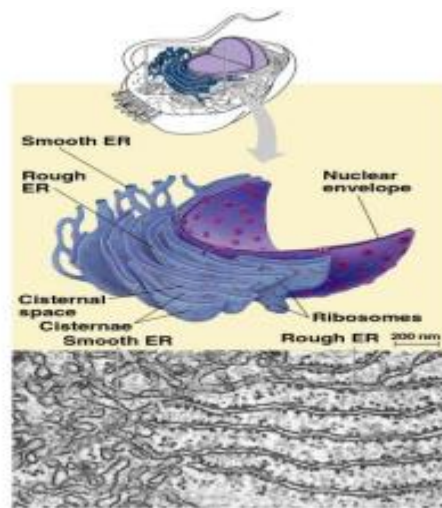
- 1) Membentuk suatu batas yang fleksibel (tidak mudah robek) antara isi sel dan luar sel.
- 2) Membungkus dan melindungi isi sel.

- 3) Menyeleksi zat-zat apa saja yang bisa masuk ke dalam sel dan apa yang harus keluar dari sel. Dengan kata lain, membran sel dapat dilalui oleh zat-zat tertentu. Sifat membran sel ini dinamakan selektif permeabel.

c. Retikulum Endoplasma

Di dalam sitoplasma sel, terdapat jalinan saluran-saluran yang berbatas membran dan saling beranastomosis dan secara kolektif disebut retikulum endoplasma. Retikulum endoplasma merupakan sistem membran yang sangat luas di dalam sel. Pada preparat, sel irisan dengan menggunakan mikroskop electron tampak membran itu berpasang-pasangan, meliputi rongga-rongga dan tabung pipih. Ruang yang saling terkurung ini mungkin saling berhubungan. Membran-membran ini mempunyai struktur lipid-protein yang sama dengan yang ada pada membran lain sel tersebut. Setiap membran pada retikulum endoplasmic memiliki satu permukaan yang menghadap sitosol dan satu lagi menghadap bagian dalam rongga tersebut (Kimball, 1990).

Membran retikulum endoplasma membagi sitoplasma menjadi dua fasa, yaitu (i) fasa luminal atau fasa intra cisternal dan (ii) fasa hyaloplasmik atau asa sitosol. Fas luminal terdiri dari materi yang terdapat di dalam sisternaretikulum endoplasma. Retikulum endoplasma yang pada permukaan hyaloplasmiknya terdapat ribosom disebut retikulum endoplasma halus atau licin. Setiap bagian dari retikulum endoplasma dapat berhubungan dengan membran plasma dan selaput inti (Sheeler & Bianchi, 1983). Ribosom adalah partikel nukleoprotein tempat berlangsungnya reaksi-reaksi sintesis protein (Thorpe, 1984). Retikulum endoplasma berperan di dalam mekanisme detoksifikasi, ikut terlibat di dalam sintesis lemak, steroid dan metabolit molekul-molekul kecil. Selain itu, berperan dalam sintesis protein dengan adanya ribosom (gambar 2.) pada permukaan membrannya.



Gambar. 3.4. Struktur Retikulum Endoplasma

<http://gbs.glenbrook.k12.il.us/Academics/gbssci/bio/apbio/HTML%20Presentation%20folder/Ch.%206A.ppt> 17-3-07 A Tour of the Cell

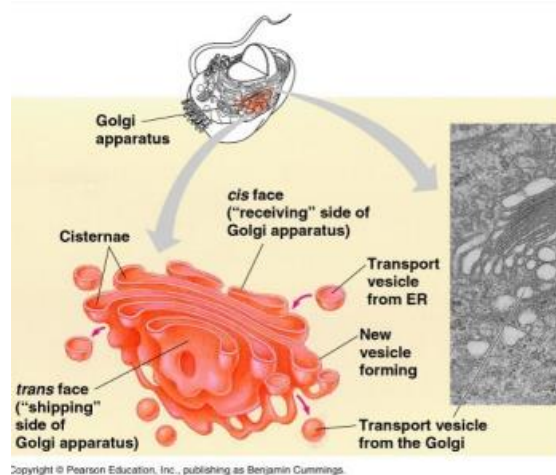
Dikenal dua jenis retikulum endoplasma (RE) , yaitu: 1) Retikulum endoplasma granuler (retikulum endoplasma kasar), RE kasar tampak kasar karena ribosom menonjol di permukaan sitoplasmik membran; 2) Retikulum endoplasma agranuler (retikulum endoplasma halus). RE halus diberi nama demikian karena permukaan sitoplasmanya tidak mempunyai ribosom.

d. Badan Golgi

Badan golgi sering disebut apparatus golgi. Badan golgi dijumpai pada hampir semua sel tumbuhan dan hewan. Protein yang disintesis oleh RER (Rough Endoplasmic Reticulum) dipindahkan ke dalam apparatus golgi. Protein-protein itu terkumpul di dalam saku-saku tadi sampai penuh dengan protein. Saku-saku tersebut dapat berpindah ke permukaan sel dan mengeluarkan isinya ke bagian luar (Kimball, 1990).

Terdiri atas sisterna-sisterna halus yang biasanya ditumpuk bersama-sama dalam arah yang paralel. Kompleks golgi biasanya dikelilingi oleh vesikula-vesikula dengan berbagai ukuran yang dilepaskan dari bagian tepi kompleks golgi. Beberapa fungsi kompleks golgi adalah memodifikasi produk sekresi; sekresi enzim-enzim, khususnya lipoprotein pada sel produk sekresi; glikosilasi protein-protein yang di sintesis oleh retikulum endoplasma kasar;

pembuatan membran untuk vesikula yang dikeluarkan dari permukaan matang; dan proliferasi membran plasmadengan menambahkan bahan-bahan membran. Untuk organel-organel intraseluler dan membran plasma (Sheeler & Bianchi, 1983).

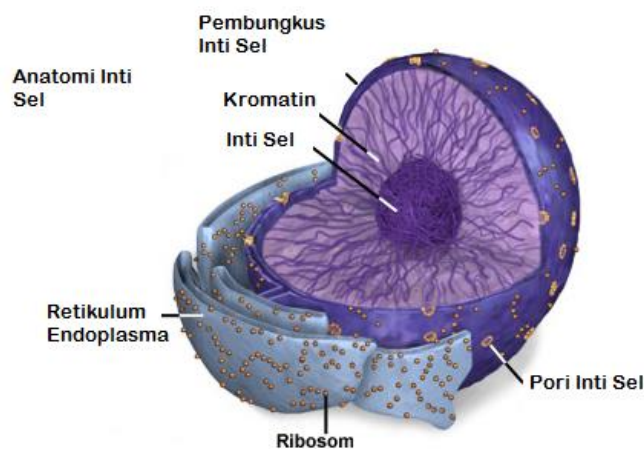


Gambar. 3.5 Struktur Badan Golgi

Sumber: <http://gbs.glenbrook.k12.il.us/Academics/gbssci/bio/apbio/HTML%20Presentation%20folder/Ch.%206A.ppt> 17-3-07A Tour of the Cell

e. Inti Sel (Nukleus)

Organel pertama yang diteliti oleh para ilmuwan adalah inti sel (nukleus). Nukleus adalah struktur berbentuk bulat dan biasanya terletak di tengah-tengah sel. Nukleus adalah bagian terpenting bagi kehidupan sel sebab nukleus mengendalikan seluruh aktivitas sel. Nukleus dibatasi oleh dua lapisan membran yang disebut membran inti.



Gambar 3.6 Inti sel (Nukleus)

Sumber: <https://micro.magnet.fsu.edu/cells/nucleus/nucleus.html>

Membran inti memiliki struktur yang mirip dengan membran sel. Membran inti memiliki pori-pori yang hanya bisa dilalui oleh substansi tertentu. Membran inti memiliki fungsi sebagai pelindung inti sel dan sebagai tempat pertukaran zat antara materi inti dan sitoplasma. Inti sel memiliki bagian-bagian di dalamnya, seperti berikut ini:

1) Cairan Inti (Nukleoplasma)

Cairan inti merupakan suatu cairan kental berbentuk jeli. Cairan inti ini mengandung senyawa kimia yang sangat kompleks. Selain itu, di dalam cairan inti terdapat enzim, ion, protein, dan nukleotida.

2) Anak Inti (Nukleolus)

Anak inti adalah suatu struktur berbentuk bulat yang tersusun atas filamen-filamen dan butiran-butiran. Secara kimiawi, anak inti mengandung DNA, RNA, dan protein. Nukleolus berperan dalam pembentukan ribosom.

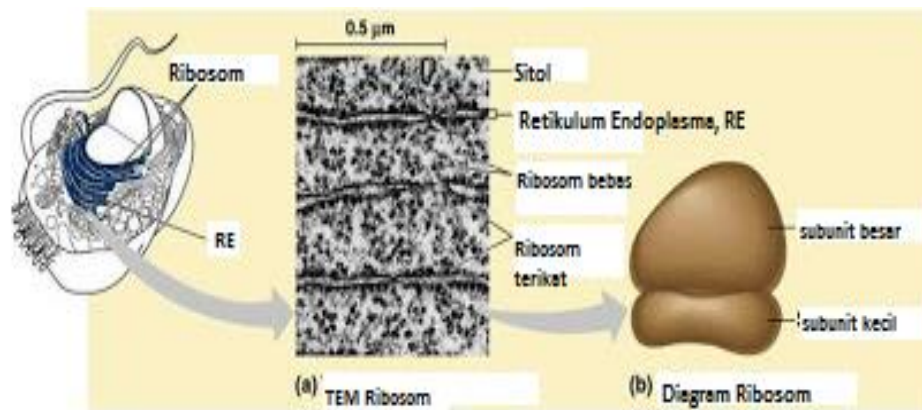
3) Kromatin

Kromatin adalah struktur berupa benang-benang halus yang mengandung DNA (*deoxyribonucleic acid*). DNA merupakan bahan atau substansi genetik dari suatu organisme. Pada saat pembelahan sel, kromatin akan memendek dan melingkar membentuk kromosom.

f. Ribosom (ergastoplasma)

Struktur ini berbentuk bulat terdiri dari dua partikel besar dan kecil, ada yang melekat sepanjang retikulum endoplasma dan ada pula yang soliter atau bebas. Ribosom merupakan organel sel terkecil di dalam sel. Ribosom berfungsi sebagai tempat berlangsungnya sintesis protein.

Di dalam sitoplasma, ribosom ada yang menempel pada retikulum endoplasma dan ada yang bebas. Ribosom yang menempel pada retikulum endoplasma berfungsi menyintesis protein-protein untuk disekresikan ke luar sel. Adapun ribosom yang bebas berfungsi menyintesis protein untuk keperluan sel itu sendiri.



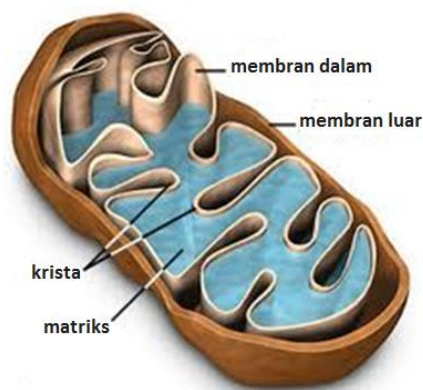
Gambar 3.8 Struktur ribosom

Sumber: <http://www.biologyexams4u.com/2012/06/ribosome-ultimate-protein-synthesizing>.

g. Mitokondria (the power house)

Mitokondria mengandung enzim yang dapat melepaskan energi dalam bentuk makanan pada proses respirasi sel. Oleh karena itu, mitokondria sering disebut sebagai “powerhouse” atau “pabrik energi” dari sel. Setiap mitokondria memiliki dua lapis membran, yaitu membran dalam dan membran luar.

Membran dalam pada mitokondria membentuk lipatan-lipatan yang disebut krista. Adapun membran luar membatasi mitokondria dengan sitoplasma. Fungsi mitokondria adalah sebagai pusat respirasi seluler yang menghasilkan banyak energi ATP. Respirasi merupakan proses perombakan atau *katabolisme* untuk menghasilkan *energi* atau tenaga bagi berlangsungnya proses hidup, karena itu mitokondria diberi julukan *the power house* (pembangkit tenaga) bagi sel.



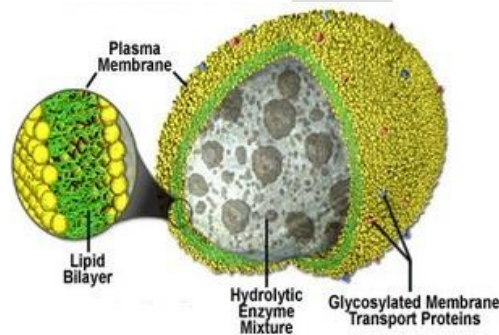
Gambar 3.9 Struktur mitokondria

Sumber: <http://www.biologi-sel.com/>

h. Lisosom

Beberapa vesikula yang berasal dari badan Golgi tetap berada di dalam sitoplasma. Vesikula tersebut dinamakan lisosom, yaitu organel berbentuk oval atau bulat yang dilapisi oleh satu lapis membran. Lisosom mengandung enzim yang dapat mencerna polisakarida, fosfolipid, lipid, dan protein. Selain itu, lisosom juga berfungsi mencernakan dan menguraikan organel sel yang tua atau telah rusak. Lisosom pun berperan di dalam proses kematian sel (autolisis).

Lisosom yang baru dibentuk disebut lisosom primer. Adapun lisosom yang telah ikut dalam proses pencernaan sel disebut lisosom sekunder. Fungsi dari lisosom adalah sebagai penghasil dan penyimpan enzim pencernaan seluler.

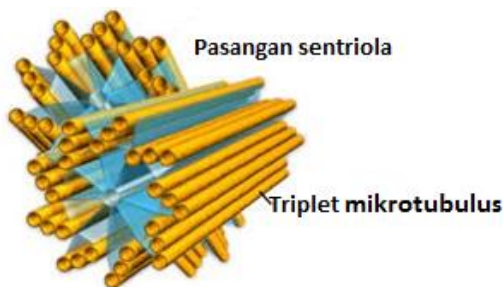


Gambar 3.10 Lisosom

Sumber: <http://budisma.net/>

i. Sentrosom (sentriol)

Struktur sentrosom berbentuk bintang. Sentrosom bertindak sebagai benda kutub yang merupakan tempat melekatnya ujung benang gelendong pada kedua kutub tersebut. Struktur ini hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Fungsi sentrosom memegang peranan penting dalam pembelahan sel sel baik mitosis maupun meiosis.



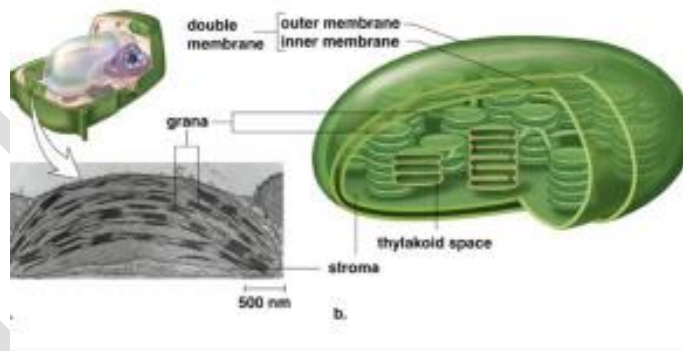
Gambar 3.11 Sentrosom

Sumber: <http://www.biologi-sel.com/2012/06/struktur-sel-hewan-dan-sel-tumbuhan.html>

j. Plastida

Plastida berperan dalam fotosintesis. Plastida adalah bagian dari sel yang bisa ditemui pada alga dan tumbuhan (kingdom *plantae*). Plastida dapat dilihat dengan mikroskop cahaya biasa. Macam-macam plastida, sebagai berikut:

- 1) Kloroplas, plastida yang mengandung klorofil, pigmen karotenoid, dan pigmen fotosintesis lainnya.
- 2) Kromoplas, plastida yang memberikan aneka ragam warna non fotosintesis, misalnya pigmen merah, kuning, dan sebagainya.
- 3) Leukoplas, plastida tak berwarna atau berwarna putih. Umumnya terdapat pada organ tumbuhan yang tidak kena sinar matahari, khususnya pada organ penyimpanan cadangan makanan, seperti pada akar, biji dan daun muda. Berdasarkan fungsinya leukoplas dapat dibedakan menjadi:
 - a) Amiloplas, yaitu leukoplas yang berfungsi membentuk dan menyimpan amilum.
 - b) Elaioplas, yaitu leukoplas yang berfungsi untuk membentuk dan menyimpan lemak.

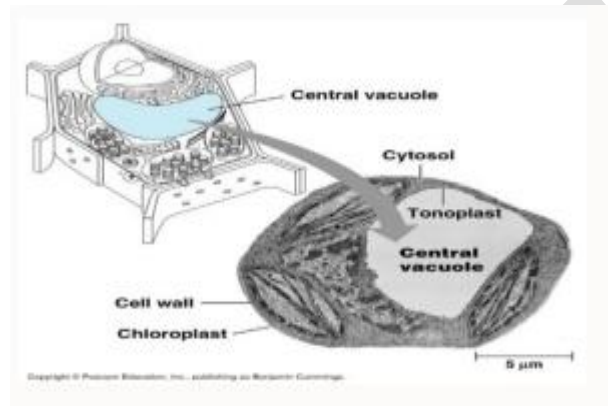


Gambar 3.12 Plastida

Sumber: <http://www.buzzle.com/articles/chloroplast-structure-and-function.html>

k. Vakuola (rongga sel)

Beberapa ahli tidak memasukkan vakuola sebagai organel sel karena tidak menjalankan sebuah fungsi tertentu secara aktif. Vakuola lebih sering ditemukan dalam sel tumbuh-tumbuhan daripada dalam sel hewan, masing-masing dipisahkan dari sitoplasma oleh sebuah selaput, yang agak mirip dengan membran plasma. Vakuola berisi air yaitu getah sel yang mengandung makanan, sekresi sel, dan zat-zat buangan.



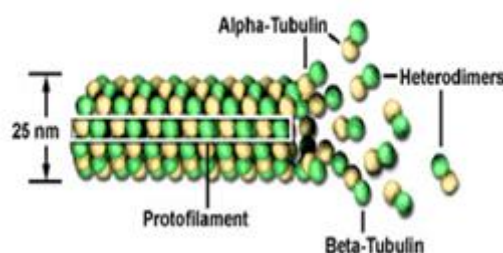
Gambar 3.13. Vakuola sentral

<http://gbs.glenbrook.k12.il.us/Academics/gbssci/bio/apbio/HTML%20Presentation%20folder/Ch.%206A.ppt> 17-3-07A Tour of the Cell

l. Mikrotubulus

Mikrotubulus berbentuk benang silindris dan kaku. Mikrotubulus adalah pipa-pipa yang panjang dan halus yang telah ditemukan pada berbagai jenis sel, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan.

Struktur Mikrotubula Helikal

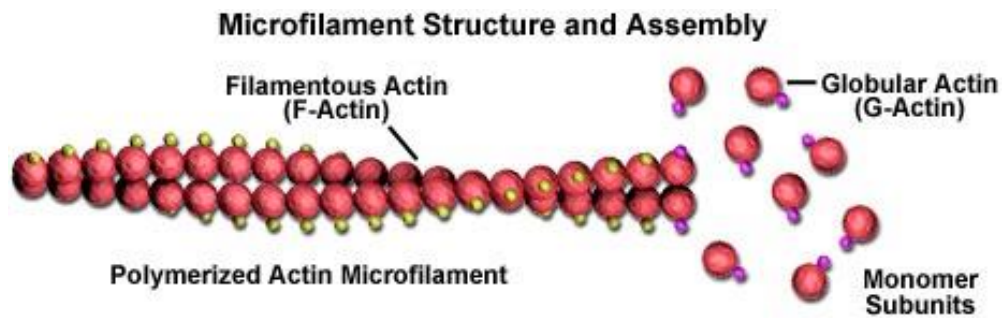


Gambar 3.14 Mikrotubulus

Sumber: <https://micro.magnet.fsu.edu/cells/microtubules/microtubules.html>

m. Mikrofilamen

Mikrofilamen seperti mikrotubulus, tetapi lebih lembut. Terbentuk dari komponen utamanya yaitu protein aktin dan miosin (seperti pada otot). Mikrofilamen berperan dalam pergerakan sel.



Gambar 3.15 Mikrofilamen
Sumber: <http://www.softilmu.com/>

n. Peroksisom (badan mikro)

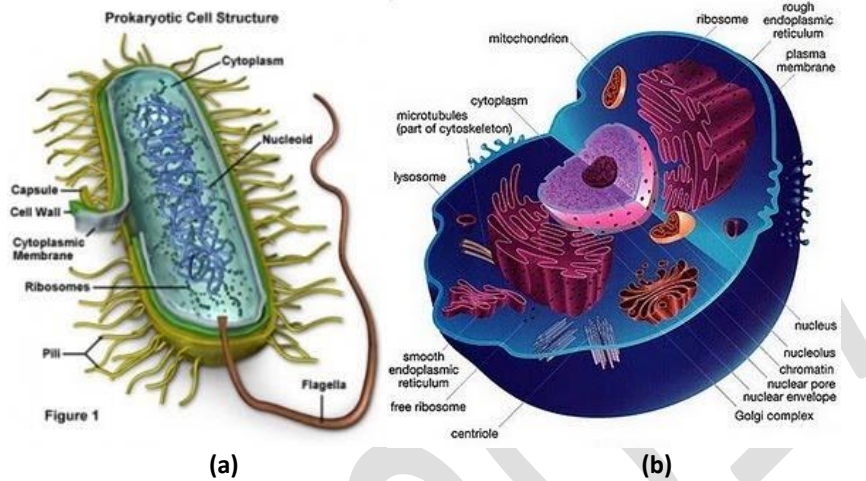
Peroksisom adalah organel yang mengandung banyak enzim katalase. Enzim katalase berfungsi menguraikan senyawa beracun peroksida (H_2O_2). Pada hewan, peroksisom banyak terdapat di dalam hati dan ginjal. Peroksisom yang hanya terdapat pada tumbuhan disebut glioksisom. Glioksisom berfungsi mengoksidasi asam lemak. Organel ini banyak ditemukan di dalam jaringan lemak pada biji yang sedang berkecambah.

2. Macam-Macam Sel

Setiap organisme tersusun atas salah satu dari dua jenis sel yang secara struktural berbeda. Kedua jenis sel tersebut adalah sel prokariotik dan sel eukariotik. Sel prokariotik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *Prokaryote*, *pro* berarti “sebelum” dan *karyote* berarti nukleus. Pada umumnya organisme prokariotik adalah organisme uniselular, walaupun ada beberapa spesies yang sel-selnya saling menempel setelah terjadi pembelahan. Ukuran sel prokariotik berkisar antara 0,5 – 5 μm . Sel prokariotik memiliki nukleus/inti sel, tetapi inti sel tersebut tidak diselubungi membran inti.

Sel eukariotik (bahasa Yunani, *eu* berarti “sejati/ sebenarnya”) merupakan sel yang memiliki inti sel dan inti sel tersebut dibungkus oleh membran inti. Ada dua macam sel

eukariotik yang mempunyai materi penyusun relatif berbeda, yaitu sel hewan dan sel tumbuhan. Struktur dasar sel tumbuhan dan sel hewan adalah sama. sel eukariotik yang berukuran 10 – 100 μm Pada sel eukariotik sitoplasma dan nukleoplasma terpisah.



Gambar 3.16 (a) sel prokariotik dan (b) sel eukariotik

Sumber: (a) <http://biopedia-id.blogspot.co.id/> dan (b) <https://sarykurnia44.wordpress.com/>

Perbedaan antara sel prokariotik dan eukariotik dapat dilihat pada Tabel 3.1. Perbedaan utama keduanya adalah terletak pada lokasi dan bentuk DNAny. Pada sel prokariotik, DNA berbentuk cincin dan terkonsentrasi pada suatu daerah yang disebut dengan nukleoid yang tidak dibatasi oleh membran. Sel prokariotik juga tidak memiliki organel-organel lain yang dibatasi oleh membran. Sedangkan pada sel eukariotik, DNA Berbentuk pita spiral ganda (double helix) dan terletak pada inti sel yang dibatasi oleh dua lapis membran atau membran ganda.

Tabel 3.1 Perbedaan struktur sel prokariotik dan sel eukariotik

Organel/Bagian Sel	Prokariotik	Eukariotik
Inti sel	Tanpa membran/selaput disebut nukleoid	Selaput inti ada, disebut inti sel (nukeus)
Dinding sel	Berupa kapsul (fungsi berbeda dengan dinding sel pada tumbuhan)	Tidak ada pada hewan, pada tumbuhan ada dinding sel
Retikulum endoplasma	Tidak ada	Ada
Badan golgi	Tidak ada	Ada
Mitokondria	Tidak ada	Ada
Lisososom-sentriol	Tidak ada	Ada
Ribosom	Ada pada sitoplasma	Ada (pada sitoplasma dan endoplasma)

B. Jaringan

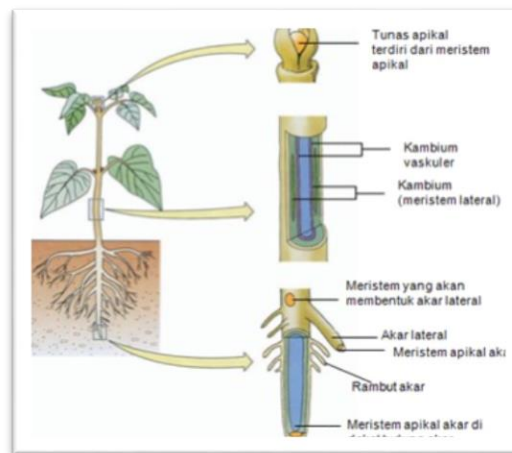
Jaringan adalah sekelompok sel dengan fungsi dan struktur yang sama. Tumbuhan dapat tumbuh dengan tinggi karena adanya aktivitas jaringan yang sel-selnya terus membelah. Oleh karena itu, jaringan pada tumbuhan dibedakan menjadi dua berdasarkan aktivitas pembelahannya. Jaringan tersebut adalah jaringan meristem (embrionik) atau jaringan muda dan jaringan dewasa.

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem dapat diartikan sebagai sekumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama serta memiliki sifat meristematik. Sel-sel meristematik tersebut aktif membelah sehingga menghasilkan sel-sel anakan yang banyak. Sebagian sel-sel anakan tersebut ada yang tetap mempertahankan diri sebagai meristem sementara sel-sel anakan yang lain akan mengalami diferensiasi (perubahan bentuk dan fungsi). Sel-sel yang mengalami diferensiasi tersebut secara bertahap akan kehilangan sifat embrionik dari jaringan meristem menuju kedewasaan. Jaringan tersebut dinamakan jaringan dewasa atau jaringan permanen.

Sifat-sifat jaringan meristem adalah sebagai berikut:

- a. Terdiri atas sel-sel muda dalam fase pembelahan dan pertumbuhan.
- b. Biasanya tidak ditemukan adanya ruang antarsel di antara sel-sel meristem.
- c. Bentuk sel bulat, lonjong, atau poligonal dengan dinding sel yang tipis.
- d. Masing-masing sel kaya akan sitoplasma dan mengandung satu atau lebih dari satu inti sel.



Gambar 3.17 Jaringan Meristem

Sumber: <https://erickbio.wordpress.com/>

Berdasarkan asal usulnya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu promeristem, jaringan meristem primer, dan jaringan meristem sekunder.

a. Promeristem

Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam tingkat embrio. Contohnya pada lembaga biji tumbuhan.

b. Jaringan meristem primer

Meristem primer adalah jaringan yang sel-selnya berkembang secara langsung dari sel-sel embrionik. Meristem primer terdapat di daerah ujung tumbuhan, misalnya ujung akar (meristem akar) dan ujung batang (meristem pucuk). Meristem akar dan meristem pucuk menyebabkan tumbuhan semakin panjang, baik ke atas maupun ke bawah. Aktivitas meristem primer menghasilkan pertumbuhan primer.

c. Jaringan meristem sekunder

Meristem sekunder adalah jaringan yang sel-selnya berkembang dari jaringan dewasa yang telah mengalami diferensiasi. Meristem sekunder sering disebut sebagai meristem

lateral karena letaknya di samping dari organ tumbuhan. Aktivitas meristem sekunder menyebabkan batang dan akar tumbuh membesar ke arah samping. Contoh meristem sekunder adalah kambium dan kambium gabus. Aktivitas meristem sekunder menghasilkan pertumbuhan sekunder.

Berdasarkan posisinya dalam tubuh tumbuhan, meristem dibedakan menjadi tiga, yaitu meristem apikal, meristem interkalar, dan meristem lateral.

a. Meristem apikal

Meristem apikal selalu terdapat di ujung batang dan ujung akar yang kelak menghasilkan pemanjangan batang dan akar. Hasilnya dapat Anda lihat berupa tumbuhan yang semakin tinggi batangnya, dan semakin dalam akarnya. Pertumbuhan yang diakibatkan oleh aktivitas meristem apikal dikenal sebagai pertumbuhan primer dan semua jaringan yang terbentuk dari meristem apikal disebut jaringan primer.

b. Meristem interkalar

Meristem interkalar, terdapat di antara ruas-ruas batang. Pertumbuhan yang diakibatkan oleh aktivitas meristem interkalar menyebabkan pertambahan panjang pada ruas-ruas batang. Jaringan yang terbentuk oleh meristem interkalar ini serupa dengan jaringan yang berasal dari meristem apikal, sehingga digolongkan ke dalam jaringan primer. Pertumbuhan sel yang dilakukan oleh meristem interkalar menyebabkan munculnya bunga. Contohnya meristem pada pangkal ruas tumbuhan anggota suku rumput-rumputan (*graminae*).

c. Meristem lateral

Meristem lateral (meristem samping), terletak sejajar dengan lingkaran organ tempat ditemukannya dan merupakan meristem yang menghasilkan pertumbuhan sekunder. Hasilnya yang Anda lihat adalah batang dan akar semakin membesar/menebal. Berbeda dengan meristem primer yang membuat pohon semakin tinggi dan akarnya semakin dalam, meristem lateral (lateral = samping) justru menghasilkan pertumbuhan ke arah samping.

Meristem lateral disebut juga kambium. Kambium yang dikenal ada 2, yaitu kambium vaskuler dan kambium gabus. Kambium bisa dibedakan menjadi dua macam, yaitu kambium vasikuler dan kambium intervasikuler. Kambium vasikuler adalah kambium yang berada di

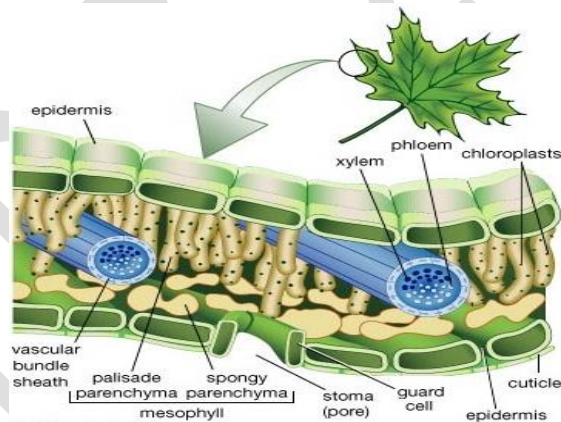
dalam berkas pengangkut, yaitu di antara xilem dan floem. Sedangkan kambium intervasikuler adalah kambium yang berada di berkas pengangkut.

2. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa adalah jaringan yang sudah berhenti membelah. Jaringan ini dibentuk dari proses diferensiasi sel-sel meristem, baik meristem primer maupun meristem sekunder. Jaringan dewasa juga disebut Jaringan permanen. Jaringan dewasa memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Tidak memiliki aktivitas untuk membelah diri atau memperbanyak diri
- Memiliki (ruang antar sel), kecuali pada epidermis
- Dinding selnya telah mengalami penebalan
- Berukuran lebih besar daripada sel-sel meristem

Berdasarkan fungsinya, jaringan dewasa dibagi menjadi jaringan pelindung, jaringan dasar (parenkim), jaringan penyokong, jaringan pengangkut, dan jaringan gabus.



Gambar 3.18 Jaringan Dewasa Pada Tumbuhan
Sumber: <https://biologigonz.blogspot.co.id/>

a. Jaringan pelindung

Jaringan yang termasuk ke dalam jaringan pelindung adalah jaringan epidermis. Jaringan epidermis merupakan lapisan sel yang berada di bagian paling luar. Jaringan ini biasa ditemukan pada permukaan organ-organ tumbuhan, seperti akar, daun, batang, dan bunga. Sesuai dengan namanya, jaringan epidermis berfungsi melindungi bagian dalam tumbuhan

dari faktor luar. Oleh karena itu, jaringan ini tersusun atas sel-sel yang rapat. Sel-sel pada jaringan epidermis dapat berkembang menjadi alat-alat tambahan lain yang berbeda bentuk dan fungsi. Contoh bentuk lain dari epidermis, yaitu mulut daun (stomata) dan trikoma.

Jaringan epidermis memiliki beberapa ciri antara lain : 1) Terdiri dari sel-sel hidup; 2) Berbentuk persegi panjang; 3) Sel-selnya rapat tanpa ruang antarsel; 4) Tidak memiliki klorofil; 5) Mampu membentuk modifikasi jaringan epidermis.

b. Jaringan Dasar

Jaringan yang termasuk ke dalam jaringan dasar adalah jaringan parenkim. Sel-sel parenkim memiliki dinding yang tipis dengan ruang antar sel yang besar. Parenkim disebut jaringan dasar karena hampir terdapat di setiap bagian tumbuhan. Jaringan parenkim dapat ditemukan, di antaranya pada batang, akar, dan daun. Jaringan parenkim terletak di antara epidermis dan pembuluh angkut, serta terletak di empulur batang. Pada daun, jaringan parenkim berada pada mesofil daun. Ciri-ciri jaringan parenkim sebagai berikut:

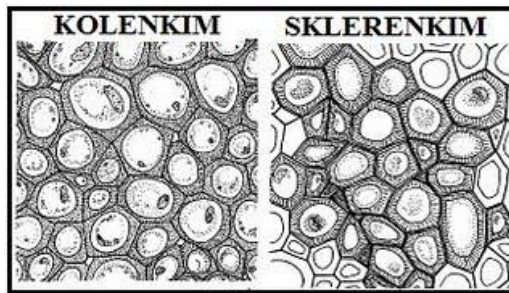
- 1) Sel-selnya merupakan jaringan hidup yang berukuran besar dan tipis serta umumnya berbentuk segi enam.
- 2) Memiliki banyak vakuola.
- 3) Letak inti sel mendekati dasar sel.
- 4) Mampu bersifat embrional atau meristematik karena dapat membelah diri.
- 5) Memiliki ruang antarsel yang banyak sehingga letaknya tidak rapat.

Jaringan parenkim merupakan jaringan yang paling banyak mengalami modifikasi bentuk dan fungsi. Fungsi jaringan parenkim bermacam-macam misalnya untuk menyimpan cadangan makanan, menyimpan air, menyimpan udara, fotosintesis, dan sebagainya. Menurut fungsinya, jaringan parenkim dibedakan menjadi:

- 1) Parenkim fotosintesis, yaitu parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim bunga karang (jaringan spons).
- 2) Parenkim penyimpan bahan makanan.
- 3) Parenkim penyimpan air.
- 4) Parenkim penyimpan udara.
- 5) Parenkim transportasi.

c. Jaringan Penyokong

Jaringan penyokong dikenal juga dengan nama jaringan mekanik, jaringan penunjang, atau jaringan penguat. Jaringan penyokong berfungsi untuk menguatkan/menegakkan batang dan daun, melindungi biji atau embrio, serta melindungi berkas pengangkut (vaskuler).



Gambar 3.19 Jaringan Penyokong
Sumber: <http://finishwellunbiologi.blogspot.co.id/>

Jaringan ini terdiri atas jaringan *kolenkim* dan jaringan *sklerenkim*.

1) Jaringan kolenkim

Jaringan kolenkim terdiri atas sel-sel yang dinding sel primernya mengalami penebalan. Penebalan ini lebih banyak terjadi di sudut sel. Jaringan kolenkim tersusun oleh sel-sel yang hidup, bentuk selnya sedikit memanjang. Jaringan kolenkim terletak di sebelah dalam jaringan epidermis.

Kolenkim dapat dijumpai pada batang, daun, serta bagian-bagian bunga dan buah. Pada akar yang terkena sinar matahari juga dapat dijumpai adanya kolenkim. Pada sebagian besar tumbuhan monokotil tidak dijumpai adanya kolenkim jika sklerenkim dibentuk sejak tumbuhan masih muda. Jaringan kolenkim berperan penting sebagai jaringan penguat, terutama pada organ-organ tumbuhan yang masih aktif mengadakan pertumbuhan dan perkembangan.

2) Jaringan sklerenkim

Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penguat dinding sekunder yang tebal. Umumnya jaringan sklerenkim mengandung senyawa lignin, sehingga sel-selnya menjadi kuat dan keras. Umumnya sklerenkim tidak mengandung protoplas.

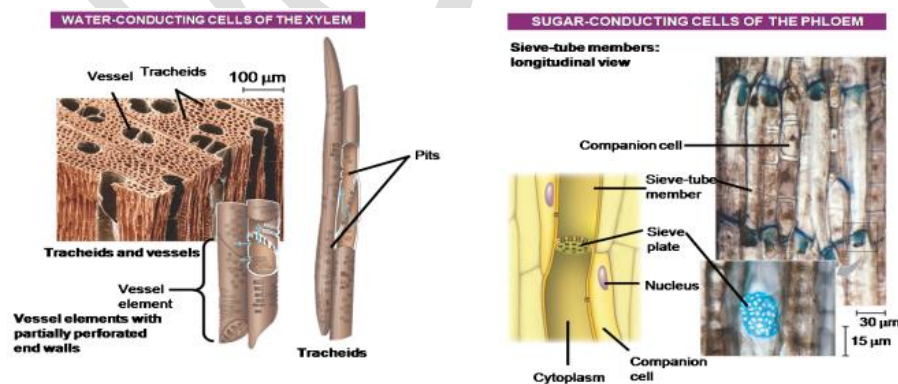
Jaringan sklerenkim terdiri atas sklereid dan serabut sklerenkim (fiber). Sklereid memiliki bentuk yang bermacam-macam. Bentuk tersebut menunjukkan fungsinya. Serabut sklerenkim (fiber) memiliki panjang antara 20 mm–250 mm. Serabut tersebut biasanya terdapat dalam bentuk untaian atau anyaman. Serabut sklerenkim sering dimanfaatkan oleh manusia. Serabut sklerenkim biasanya digunakan sebagai bahan tekstil dan pembuatan tali.

d. Jaringan Gabus

Jaringan gabus berfungsi untuk melindungi jaringan lain agar tidak kehilangan banyak air, mengingat sel-sel gabus yang bersifat kedap air. Jaringan gabus dibentuk oleh kambium gabus yang bernama felogen. Jaringan gabus tersebut membentuk jaringan ke arah dalam yang tersusun dari sel-sel hidup dan dinamakan feloderm. Sebaliknya, kambium gabus membentuk jaringan ke arah luar yang tersusun dari sel-sel mati yang dinamakan felem.

e. Jaringan pengangkut

Jaringan pengangkut juga disebut berkas vaskular. Sebagaimana namanya yaitu vaskular (pembuluh), jaringan ini berwujud saluran/pipa. Jaringan pengangkut bertugas mengangkut zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Ada dua macam jaringan yaitu *xilem* atau pembuluh kayu dan *floem* atau pembuluh lapis/pembuluh kulit kayu.



Gambar 3.20 Jaringan Pengangkut
Sumber: <http://www.ebiologi.com/>

Xilem merupakan jaringan kompleks yang tersusun atas dua tipe sel, yaitu trakeid dan unsur pembuluh (vessel element). Keduanya memiliki dinding sel yang mengandung lignin. Trakeid merupakan sel yang panjang dan tipis dengan ujung yang runcing. Unsur pembuluh

adalah sel yang lebar dan pendek dengan ujung tidak terlalu runcing. Xilem tersusun dari parenkim dan serabut, serta trakeid, dan komponen pembuluh (trakea). Xilem berfungsi untuk menyalurkan air dan unsur hara dari akar ke daun.

Floem (pembuluh tapis) merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut lalu menyalurkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Floem tersusun atas pembuluh tapis, sel pengiring, serabut floem, dan parenkim floem. Pembuluh tapis tersusun atas sel-sel yang berbentuk tabung dengan ujung berlubang. Adapun sel pengiring adalah sel-sel berbentuk tabung yang lebih besar daripada sel-sel pada pembuluh tapis. Sel pengiring berfungsi memberi makanan dan mengatur aktivitas pembuluh tapis. Serabut floem memiliki bentuk yang panjang yang ujung-ujungnya saling berimpit. Serabut floem memiliki dinding yang tebal sebagai penguat jaringan floem. Parenkim floem berfungsi menyimpan zat-zat, seperti tepung, kristal, dan damar.

Xilem dan floem bersatu membentuk suatu ikatan pembuluh angkut. Macam-macam ikatan pembuluh angkut.

- 1) Ikatan pembuluh kolateral, xilem dan floem yang letaknya bersebelahan di dalam suatu jari-jari (xilem di sebelah dalam dan floem di sebelah luar).
 - a) Kolateral terbuka, antara xilem dan floem terdapat kambium. Misalnya pada batang tumbuhan dikotil.
 - b) Kolateral tertutup, antara xilem dan floem tidak terdapat kambium. Misalnya pada batang tumbuhan monokotil.
- 2) Ikatan pembuluh bikolateral, xilem diapit floem, terletak pada radius yang sama.
- 3) Ikatan pembuluh radial, xilem dan floem letaknya bersebelahan, tetapi tidak berada di dalam jari-jari yang sama, misalnya pada akar.
- 4) Ikatan pembuluh konsentris, xilem dan floem berbentuk cincin silindris.
 - a) Amfikribal, letak xilem di tengah dan dikelilingi floem.
 - b) Amfivasal, letak floem di tengah dan dikelilingi xilem.

Jaringan-jaringan yang telah dijelaskan di atas akan membentuk organ akar, batang, daun, bunga dan buah. Akar merupakan bagian paling bawah dari tumbuhan. Akar berfungsi untuk menambatkan dan memperkokoh berdirinya tumbuhan, menyerap air dan garam

mineral, tempat menyimpan cadangan makanan, dan bernapas. Batang berfungsi untuk menegakkan tubuh tumbuhan serta menghubungkan akar dengan daun. Umumnya daun berwarna hijau serta berbentuk lebar dan pipih. Bagian yang tipis melebar disebut lembaran daun. Bentuk daun ada yang bulat, panjang, lancip, hati maupun duri. Selain organ tersebut tumbuhan memiliki bunga yang merupakan organ yang sangat berperan dalam proses reproduksi generatif. Dimana pada bunga memiliki putik sebagai alat kelamin betina dan benang sari sebagai alat kelamin jantan.

C. Reproduksi Pada Tumbuhan

Reproduksi generatif adalah terjadinya individu baru yang didahului dengan peleburan dua sel gamet. Peristiwa ini disebut pembuahan. Pembuahan (fertilisasi) pada tumbuhan berbiji akan terjadi kalau didahului adanya proses penyerbukan (persarian/polenasi). Pembuahan pada tumbuhan adalah proses meleburnya (menyatunya) inti sperma dan ovum yang terjadi di dasar putik untuk membentuk embrio tumbuhan.

Dalam tumbuhan tingkat tinggi dikenal 2 macam pembuahan yaitu pembuahan tunggal dan pembuahan ganda. Pembuahan tunggal terjadi pada gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) sedangkan pembuahan ganda akan terjadi pada angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup).

1. Pembuahan Tunggal

Pada pembuahan tunggal, strobilus jantan atau serbuk sari akan jatuh pada tetes penyerbukan (ujung putik) kemudian membelah menjadi inti tabung dan inti spermatogen. Inti spermatogen kemudian membelah menjadi dua inti sperma kemudian membuahi sel telur di dalam ruang arkegonium dan menjadi zigot pada lembaga di dalam biji lalu menjadi tumbuhan baru.

Pembuahan pada gymnospermae disebut pembuahan tunggal, karena tiap-tiap inti sperma membuahi satu sel telur. Contoh pembuahan tunggal yang terjadi pada kelompok tumbuhan biji terbuka (gymnospermae), yaitu: *Cycas rumphii* (pakis haji), *Podocarpus polystachyus* (kismis), *Agathis dammara* (damar), *Gnetum gnemon* (melinjo).



Gambar 3.21 Contoh strobilus jantan dan betina *Cycas rumphii* (pakis haji)
Sumber: www.csd.tamu.edu

Organ reproduksi pada gymnospermae disebut konus atau strobilus. Strobilus merupakan kumpulan sporofil, apabila kumpulan itu kompak dan membentuk seperti kerucut disebut konus. Sporofil pada strobilus disebut sisik strobilus. Sporofil merupakan bagian daun yang berfungsi menghasilkan spora di samping juga sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis.

Ada 2 macam sporofil yaitu megasporofil untuk betina dan mikrosporofil untuk jantan. Di dalam strobilus jantan terdapat banyak anteridium yang mengandung sel-sel induk butir serbuk. Sel-sel tersebut bermeiosis dari setiap sel induk terbentuk 4 butir serbuk yang bersayap. Pada strobilus betina terdapat banyak arkegonium. Pada tiap-tiap arkegonium terdapat satu sel induk lembaga yang bermeiosis sehingga terbentuk 4 sel yang haploid. Tiga mati, dan satu sel hidup sebagai sel telur. Arkegonium ini bermuara pada satu ruang arkegonium.



Gambar 3.22 Sporofil
Sumber: <http://www.wikiwand.com/de/Sporophyll>

Pada megasporofil terdapat bakal biji. Bakal biji ini tidak dilindungi oleh dinding bakal buah. Di dalam bakal biji terdapat megasporangium (*nuselus*). Pada nuselus nantinya terdapat sel induk megaspora yang mengalami meiosis menjadi 4 megaspora dan hanya satu megaspora yang berkembang. Inti megaspore mengalami pembelahan berulang kali dan akan menjadi jaringan gametofit. Sebagian dari sel-sel gametofit yang dekat dengan mikropil akan membentuk satu atau beberapa arkegonium. Pada mikrosporofil terdapat banyak mikrosporangium. Di dalam mikrosporangium banyak terdapat mikrospora dan nantinya berkembang menjadi banyak serbuk sari.

2. Pembuahan Ganda

Pada pembuahan ganda terjadi dua kali proses pembuahan yaitu:

- 1) Peleburan inti generatif satu dengan ovum (sel telur) membentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio.
- 2) Peleburan inti generatif dua dengan inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma (cadangan makanan).

Pembuahan ganda diawali terlebih dahulu oleh proses penyerbukan, yaitu butir serbuk/serbuk sari akan menempel pada kepala putik kemudian membentuk buluh serbuk (2 inti, inti vegetatif dan inti generatif) berjalan ke arah mikropil (pintu kandung lembaga) lalu inti generatif membelah menjadi 2 inti sperma ketika sampai di mikropil, inti vegetatif mati sedangkan satu inti sperma membuahi sel telur menjadi embrio. Satu inti sperma lain membuahi inti kandung lembaga yang disebut endosperma (makanan cadangan bagi embrio). Karena pembuahannya berlangsung dua kali maka pembuahan pada Angiospermae disebut pembuahan ganda.



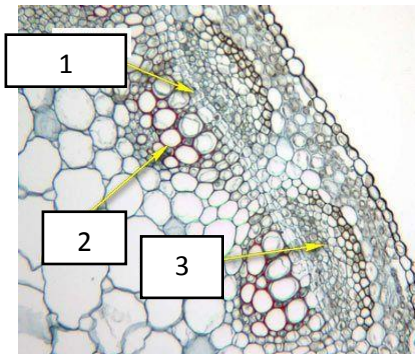
Gambar 3.23 Pembuahan ganda pada tumbuhan
Sumber: aslam02.wordpress.com

Embrio pada tumbuhan berbiji dapat terbentuk oleh beberapa sebab:

- 1) *Amfimiksis*, apabila terjadinya embrio karena peleburan sperma dengan ovum
- 2) *Apomiksis*, apabila terjadinya embrio tidak melalui peleburan sperma dan ovum. Apomiksis ada beberapa cara: *partenogenesis*, terjadinya embrio dari sel telur yang tidak dibuahi; *apogami*, terjadinya embrio dari bagian lain kandung lembaga selain ovum (sel telur) misalnya sinergid atau antipoda, tanpa adanya pembuahan.
- 3) Embrio adventif, terjadinya embrio dari sel nuselus yaitu bagian selain kandung lembaga

Contoh Soal 1

Perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar tersebut, bagian yang ditunjukkan oleh nomor 3 adalah
Befungsi

Pembahasan

Bagian yang ditunjukkan oleh nomor 3 adalah floem (pembuluh tapis) merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut lalu menyalurkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.

Contoh Soal 3

Meristem semacam ini dijumpai pada tumbuhan yang batangnya beruas-ruas, misalnya keluarga rumput-rumputan. Selain itu meristem ini biasa disebut meristem antara. Jenis meristem tersebut adalah

Pembahasan

Jenis meristem tersebut adalah meristem interkalar disebut juga meristem antara karena terdapat di antara jaringan-jaringan dewasa, jadi, meristem interkalar adalah meristem yang terdapat diantara meristem primer dan jaringan dewasa. Meristem semacam ini dijumpai pada tumbuhan yang batangnya beruas-ruas, misalnya keluarga rumput-rumputan. Pemanjangan ruas terjadi karena proses pembelahan sel membentuk sel-sel sejajar dan sel-sel muda yang menjadikan ruas makin membentang dan bertambah panjang.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB IV

ZAT DAN KARAKTERISTIKNYA



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB IV

ZAT DAN KARAKTERISTIKNYA

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

Memahami karakteristik zat, serta perubahan fisika dan kimia pada zat yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari.

A. Klasifikasi Zat

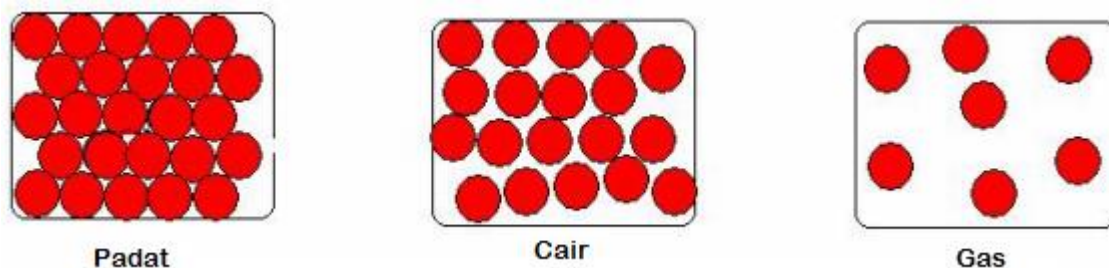
Materi adalah segala sesuatu yang menempati ruang dan memiliki massa. Semua materi di sekitar kita, termasuk semua makhluk hidup tergolong materi karena menempati ruang dan memiliki massa. Contohnya besi, air, dan udara. materi di alam dapat berupa zat tunggal (murni) dan dapat juga berupa campuran. Zat murni hanya tersusun dari satu jenis zat, dan sering disebut dengan “zat”, sedangkan campuran merupakan materi yang tersusun dari dua atau lebih zat.

Materi dapat diklasifikasikan dengan dua cara, a) berdasarkan keadaannya (wujudnya), dan b) berdasarkan komposisinya.

Semua materi memiliki sifat-sifat tertentu. Sifat-sifat materi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu **sifat-sifat fisika** dan **sifat-sifat kimia**. **Sifat fisika** adalah sifat yang dapat diukur dan diteliti tanpa mengubah komposisi atau susunan dari zat tersebut, contohnya wujud, warna benda, massa jenis, titik leleh, titik didih atau sifat lainnya. Sedangkan **sifat kimia** adalah sifat suatu materi yang dapat diketahui jika materi tersebut bereaksi dengan materi lainnya. Misalnya bensin, zat ini mudah terbakar jika disulut dengan api. Olehnya itu dapat dikatakan bahwa sifat kimia bensin adalah mudah terbakar. Contoh lain sifat kimia adalah mudah berkarat dan mudah meledak.

1. Klasifikasi Materi Berdasarkan Keadaannya

Materi dapat berada dalam tiga wujud yaitu padat, cair, dan gas yang didasarkan pada cara atom-atom dan molekul-molekul tersusun di dalamnya. Dalam **padatan**, atom atau molekul terikat erat satu sama lain sehingga menciptakan keadaan yang rigid/ kaku. Setiap atom atau molekul dikurung oleh atom atau molekul tetangganya menyebabkan tidak bisa berpindah. Akibatnya, zat padat memiliki bentuk dan volume tertentu. Contoh padatan berlian, logam dan es. Dalam **cairan**, atom-atom atau molekul-molekul tidak terikat erat seperti dalam padatan, sehingga atom atau molekul dapat bergerak bebas di sekitarnya. Dalam hal ini, di antara atom atau molekul dalam cairan masih mengalami gaya Tarik menarik tapi tidak sekuat padatan. Cairan memiliki volume yang pasti tetapi bentuknya tidak pasti bergantung pada bentuk wadahnya. Karena fleksibilitasnya, sehingga cairan dapat dituangkan dari satu wadah ke wadah lainnya pada suhu kamar. Contoh air, bensin, dan alkohol. Dalam **gas**, atom-atom atau molekul-molekul jauh terpisah karena tidak dibatasi sama sekali, berarti antara atom-atom atau molekul-molekul tidak memiliki kekuatan tarik-menarik. Oleh karena itu, zat dalam wujud gas menempati volume yang besar. Gas tidak memiliki bentuk atau volume sendiri tetapi diasumsikan memiliki bentuk dan volume wadahnya. Misalnya oksigen, hydrogen, dan helium pada suhu kamar. Susunan atom atau molekul dalam keadaan padat, cair, dan gas ditunjukkan pada Gambar 4.1.



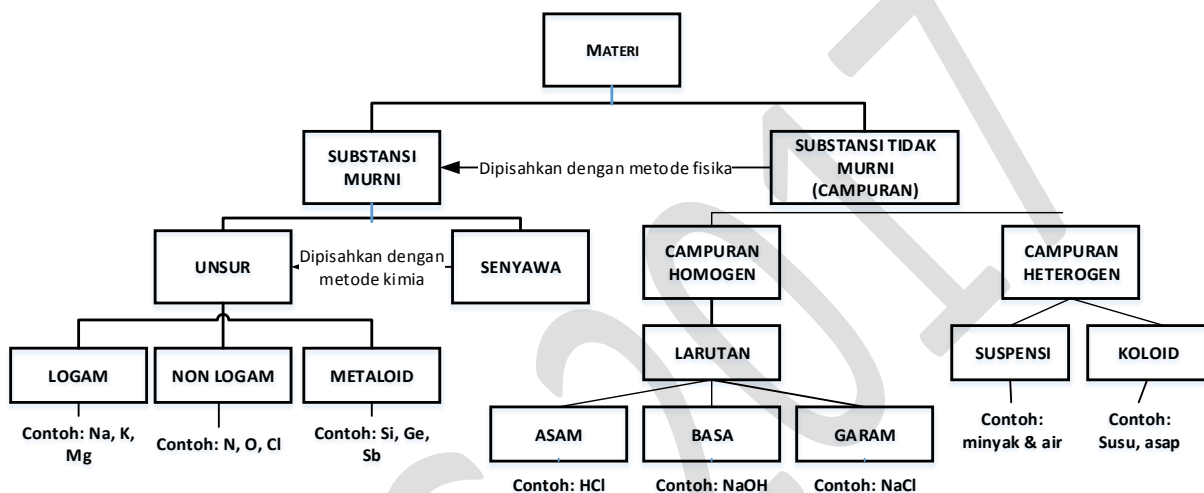
Gambar 4.1. Susunan Atom atau Molekul dalam Keadaan Padat, Cair, dan Gas

Sumber: <https://faculty.ncc.edu/>

2. Klasifikasi Materi Berdasarkan Komposisinya

Materi terbagi menjadi dua kategori besar, yaitu substansi murni dan substansi tidak murni (campuran). Zat murni memiliki sifat yang berbeda dengan zat lainnya. Misal, unsur hidrogen hanya tersusun dari atom-atom hidrogen saja. Unsur oksigen hanya tersusun dari

atom-atom oksigen saja. Sifat oksigen dan hidrogen tidak tampak pada zat yang dibentuk dari keduanya, misal air (H_2O). Substansi murni terbagi dua, yaitu unsur dan senyawa. Selanjutnya, unsur terbagi menjadi logam, non logam, dan metalloid. Campuran dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Campuran dapat dipisahkan menjadi substansi murni dengan cara fisika. Struktur klasifikasi materi disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Klasifikasi Materi Berdasarkan Komposisi Penyusunnya

a. Unsur

Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana baik dengan cara fisika maupun dengan cara kimia. Bagian terkecil dari suatu unsur disebut dengan **atom**. Unsur hanya terdiri dari satu jenis atom, yang dapat bergabung atau tidak bergabung membentuk molekul atau struktur yang lebih besar. Olehnya itu, ada unsur yang eksis sebagai atom (misalnya Argon) ada juga dalam bentuk molekul (misalnya nitrogen, N_2). Unsur dikelompokkan menjadi tiga (3) bagian, yaitu unsur logam, non logam, dan metalloid.

1) Unsur logam

Secara umum unsur logam memiliki sifat berwarna putih mengkilap, mempunyai titik lebur rendah, dapat menghantarkan arus listrik, dapat ditempa dan dapat menghantarkan

kalor atau panas. Pada umumnya logam merupakan zat padat, namun terdapat satu unsur logam yang berwujud cair yaitu air raksa. Beberapa unsur logam yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

- a) Besi (Fe) Merupakan logam yang paling murah, sebagai campuran dengan karbon menghasilkan baja untuk konstruksi bangunan, mobil dan rel kereta api.
- b) Tembaga (Cu) Tembaga banyak digunakan pada kabel listrik, perhiasan, dan uang logam. Campuran tembaga dengan timah menghasilkan perunggu sedangkan campuran tembaga dengan seng menghasilkan kuningan.
- c) Seng (Zn) Seng dapat digunakan sebagai atap rumah, perkakas rumah tangga, dan pelapis besi untuk mencegah karat.
- d) Platina (Pt) Platina digunakan pada knalpot mobil, kontak listrik, dan dalam bidang kedokteran sebagai pengaman tulang yang patah.
- e) Emas (Au) Emas merupakan logam sangat tidak reaktif, dan ditemukan dalam bentuk murni. Emas digunakan sebagai perhiasan dan komponen listrik berkualitas tinggi. Campuran emas dengan perak banyak digunakan sebagai bahan koin.

2) Unsur non logam

Pada umumnya unsur non logam memiliki sifat tidak mengkilap, penghantar arus listrik yang buruk, dan tidak dapat ditempa. Secara umum non logam merupakan penghantar panas yang buruk, namun terdapat satu unsur non logam yang dapat menghantarkan panas dengan baik yaitu grafit. Beberapa unsur non logam yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, antara lain:

- a) Fluor (F) Senyawa fluorid yang dicampur dengan pasta gigi berfungsi menguatkan gigi, freon – 12 sebagai pendingin kulkas dan AC.
- b) Yodium (I) Senyawa yodium digunakan sebagai antiseptik luka, tambahan yodium dalam garam dapur, dan sebagai bahan tes amilum (karbohidrat) dalam industri tepung.

3) Unsur semi logam (Metaloid)

Unsur semi logam memiliki sifat antara logam dan non logam. Beberapa unsur semi logam yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, antara lain :

- a) Silikon (Si), senyawa silikon banyak digunakan dalam peralatan pemotong dan pengampelasan, untuk semi konduktor, serta bahan untuk membuat gelas dan keramik.
- b) Germanium (Ge), germanium merupakan bahan semikonduktor, yaitu pada suhu rendah berfungsi sebagai isolator sedangkan pada suhu tinggi sebagai konduktor.

b. Senyawa

Senyawa adalah zat-zat yang tersusun atas dua unsur atau lebih yang bergabung secara kimia dengan perbandingan massa tertentu. Senyawa merupakan zat yang dengan reaksi kimia dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana (unsur), tetapi tidak bisa dengan cara fisika. Senyawa memiliki sifat yang berbeda dari unsur penyusunnya. Senyawa yang terbentuk melalui ikatan kovalen (menggunakan electron secara bersama di antara atom-atom yang berikatan), contohnya Air (H_2O) dan karbon dioksida CO_2 . Air berwujud cair pada tekanan dan suhu kamar, memiliki sifat yang berbeda dari dua unsur penyusunnya, hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2). Air tersusun dari atom H dan atom O dengan perbandingan massa 2:16 atau 1: 8. Perbandingan massa unsur C dan O dalam CO_2 adalah 12: 32 atau 3:8. Senyawa dapat pula terbentuk melalui ikatan ionic (serah terima electron di antara atom-atom yang berikatan), contohnya adalah garam dapur, NaCl. Garam dapur sifatnya asin, dan memiliki karakteristik yang sangat berbeda dari atom unsur penyusunnya.

c. Campuran

Campuran adalah materi yang tersusun oleh dua macam zat atau lebih yang tidak terikat secara kimia dan dapat dipisahkan kembali dengan cara fisika. Campuran ada dua macam, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. Campuran homogen adalah campuran yang setiap bagiannya serba sama, baik warna, rasa serta perbandingan zat-zat tercampur juga sama, serta tidak memiliki bidang batas antara komponen-komponennya.

Contoh larutan garam dalam air dan larutan gula dalam air. Campuran heterogen adalah campuran yang setiap bagian-bagiannya tidak sama, baik warna, rasa serta perbandingan zat-zat tercampurnya tidak sama dan satu komponen dengan komponen lainnya terdapat bidang batas, sehingga kita dapat membedakan satu dengan yang lainnya. Misalnya, campuran minyak dengan air dan campuran kopi dengan air.

Campuran homogen dan campuran heterogen dapat dipisahkan menjadi komponen-komponennya berdasarkan sifat-sifat fisis komponen penyusunnya, misalnya wujud zat, ukuran partikel, titik leleh, titik didih, sifat magnetic, kelarutan, dan lain sebagainya.

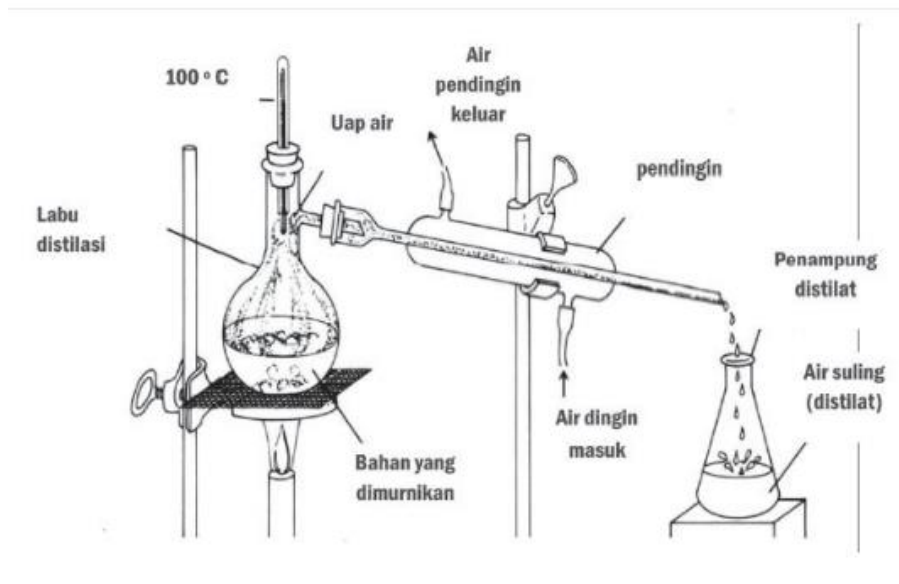
Beberapa metode pemisahan campuran, yaitu:

- 1) Filtrasi (penyaringan), yaitu metode pemisahan yang digunakan untuk memisahkan cairan dan padatan yang tidak larut dengan menggunakan penyaring (filter) berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Contoh menyaring air yang bercampur pasir. Teknik penyaringan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.3 Teknik Penyaringan

- 2) Evaporasi, metode yang digunakan untuk memisahkan zat padat yang terlarut dari larutannya dengan cara pemanasan. Contoh memisahkan garam dari larutan garam dengan penguapan secara perlahan untuk menghasilkan kristal garam.
- 3) Destilasi, metode pemisahan campuran zat cair dari larutannya berdasarkan perbedaan titik didih. Jika larutan dipanaskan, maka komponen yang titik didihnya lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Misalnya pemisahan alkohol dari air, pemisahan komponen minyak bumi. Skema alat destilasi dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.4 Skema Alat Destilasi

- 4) Corong pisah, adalah metode pemisahan campuran dua jenis zat cair yang tidak saling melarutkan. Contoh pemisahan campuran air dan minyak.
- 5) Kromatografi, merupakan metode pemisahan campuran yang terjadi karena perbedaan kelarutan zat-zat dalam pelarut serta perbedaan penyerapan (adsorpsi) kertas terhadap zat-zat yang akan dipisahkan. Zat yang terlebih dahulu larut dalam pelarut dan kurang terabsorpsi pada kertas akan bergerak lebih cepat. Misalnya pemisahan komponen-komponen tinta.
- 6) Sublimasi, merupakan metode pemisahan campuran sesama zat padat berdasarkan perubahan wujud zat. Zat padat yang menyublim (berubah wujud menjadi gas atau sebaliknya) dapat dipisahkan dengan campurannya dengan zat padat yang tidak dapat menyublim menggunakan metode sublimasi. Misalnya, campuran iodin dengan garam dapat dipisahkan dengan pemanasan.

Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan dapat dibagi menjadi dua, yaitu larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan listrik, contoh larutan garam dapur dalam air, larutan natrium hidroksida

dalam air. Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, contoh larutan gula dalam air dan larutan alkohol.

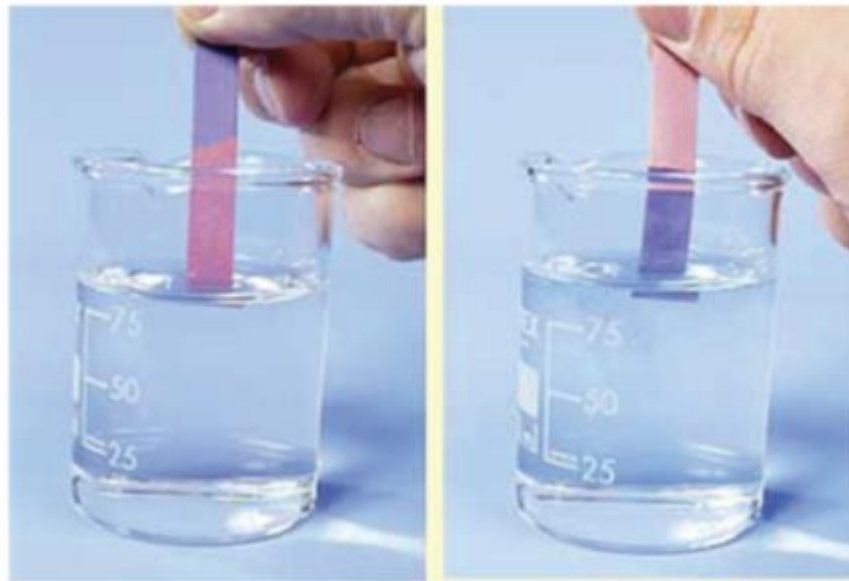
Larutan juga dapat dibedakan sifatnya, yaitu asam, basa, dan garam. Asam adalah zat yang rasanya masam, jika dilarutkan dalam air menghasilkan ion H^+ , memiliki pH (derajat keasaman) < 7 . Contoh asam adalah asam klorida (HCl), asam asetat (CH_3COOH), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam nitrat (HNO_3). Basa adalah zat yang rasanya pahit, jika dilarutkan dalam air menghasilkan ion OH^- , memiliki pH > 7 . Contoh senyawa basa adalah natrium hidroksida (NaOH), barium hidroksida ($Ba(OH)_2$), amonium hidroksida (NH_4OH). Garam bersifat netral, tidak menghasilkan ion H^+ dan ion OH^- dalam air. pH garam tergantung pada komponen penyusunnya. Garam dapur, NaCl terbentuk dari reaksi antara natrium hidroksida, NaOH dengan asam klorida, HCl. Garam dapur mempunyai pH 7. Beberapa contoh garam yang lain adalah amonium klorida (NH_4Cl), amonium klorida (NH_4Cl).

Ada beberapa jenis indikator yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sifat asam dan basa serta netralitas suatu larutan, antara lain indikator lakmus (lakmus merah dan lakmus biru) dan indikator penolftalein (pp). Perubahan warna indikator lakmus merah, lakmus biru atau warna larutan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perubahan Warna Indikator pada Larutan Asam, basa, dan Netral

Jenis Larutan	Kertas Lakmus		Indikator
	Merah	Biru	Penolftalein
Asam	Merah	Mer	Tidak berwarna
Basa	Biru	Biru	Pink
Garam (netral)	Merah	Biru	Tidak berwarna

Perubahan warna indikator lakmus merah dan lakmus biru dapat dilihat pada gambar 4.3.



A. Larutan Asam

B. Larutan Basa

Gambar 4.5 Perubahan Warna Indikator Lakmus Biru dalam Asam (A) dan Lakmus Merah dalam basa (B)
Sumber: Wahono, dkk. (2013)

B. Sifat-sifat Zat

Setiap zat memiliki sifat tertentu, sehingga dapat dirasakan dan diamati oleh panca indra kita. Sifat-sifat zat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat ekstensif dan sifat intensif.

1. Sifat Ekstensif

Sifat ekstensif merupakan zat yang bergantung pada jumlah dan ukuran zat. Misalnya volume dan massa. Semakin besar ukuran suatu zat maka semakin besar volume zat tersebut. Semakin banyak jumlah suatu zat maka semakin besar massa zat tersebut.

2. Sifat Intensif

Sifat intensif merupakan sifat zat yang tidak bergantung pada jumlah maupun ukuran zat. Sifat intensif dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

a. Sifat Fisika

Sifat fisika adalah sifat yang berhubungan dengan perubahan fisik zat. Sifat fisika dapat digunakan untuk menerangkan penampilan suatu zat. Sifat-sifat yang tergolong

sifat fisika yaitu: warna, bau, rasa, kerapatan, titik didih, titik lebur, titik beku, daya hantar, kemagnetan, kelarutan, dan kekerasan.

b. Sifat Kimia

Sifat kimia adalah sifat yang menunjukkan kemampuan suatu zat untuk melakukan reaksi kimia, atau sifat yang menyatakan interaksi antar zat. Sifat-sifat yang tergolong sifat kimia antara lain:

- a) Mudah-tidaknya suatu terbakar. Contoh alkohol, spiritus, bensin
- b) Kestabilan, mudah-tidaknya suatu zat terurai oleh pengaruh panas. Contoh air.
- c) Kereaktifan, mudah-tidaknya suatu zat untuk bereaksi dengan zat lain. Contoh asam mudah bereaksi dengan basa membentuk garam.
- d) Perkaratan, mudah-tidaknya zat membentuk karat. Contoh besi mudah berkarat pada tempat yang lembab.

C. Perubahan Zat

Perubahan zat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu perubahan fisika dan perubahan kimia

1. Perubahan Fisika

Perubahan fisika adalah perubahan zat yang tidak menghasilkan zat baru. Ciri-ciri perubahan fisik adalah: 1) tidak terbentuk zat jenis baru; 2) zat yang mengalami perubahan dapat kembali ke bentuk semula; 3) perubahan yang terjadi hanya diikuti perubahan sifat fisik. Perubahan fisika dapat kembali kembali ke asalnya. Beberapa contoh perubahan fisik adalah:

- a. Perubahan bentuk. Misalnya selembar kertas digunting-gunting menjadi potongan-potongan kertas kecil, maka potongan kecil ini masih tetap memiliki sifat yang sama dengan kertas semula, masih tetap kertas. Yang berubah adalah bentuk dan ukuran kertas. Beras ditumbuk menjadi tepung, batu dipecah menjadi kerikil, kayu dipotong-potong menjadi bahan kursi.
- b. Perubahan wujud
Jika suatu zat dipanaskan maka akan mengalami kenaikan suhu, perubahan wujud, atau pemuain. Demikian pula jika suatu zat cair didinginkan, maka akan mengalami penurunan suhu dan mengalami pembekuan. Contoh es batu mencair, air menjadi es, iodium yang menyublim, dan kamfer menyublim. Contoh semangkok air dapat

membeku ketika didinginkan dan dapat kembali mencair ketika dipanaskan. Jika gula dilarutkan dalam air menghasilkan air gula, ini adalah perubahan fisika.

2. Perubahan Kimia

Perubahan kimia adalah perubahan suatu zat yang menghasilkan zat jenis baru. Perubahan kimia sifatnya kekal. Ciri-ciri perubahan kimia adalah: 1) terbentuk zat jenis baru; 2) zat yang berubah tidak dapat kembali ke bentuk semula; 3) selama terjadi perubahan kimia, massa zat sebelum dan sesudah reaksi sama; 4) perubahan yang terjadi diikuti oleh perubahan sifat kimia melalui reaksi kimia yang ditandai dengan terjadinya tanda-tanda berikut yaitu perubahan suhu, perubahan warna, terbentuk gas, dan terbentuk endapan. Misalnya jika selembar kertas dibakar, maka abu yang dihasilkan memiliki sifat yang berbeda dengan kertas. Perubahan ini adalah perubahan kimia. Jika gula diuapkan akan menghasilkan kristal gula dan yang memiliki rasa yang berbeda dengan gula. Perubahan ini disebut perubahan kimia.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB V

ENERGI DAN KALOR DALAM SISTEM KEHIDUPAN



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 5

ENERGI DAN KALOR DALAM SISTEM KEHIDUPAN



Kompetensi Inti (KI)

1. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

- 1.1 Mengenal konsep energi, berbagai sumber energi, energi dari makanan, transformasi energi, respirasi, sistem pencernaan makanan, dan fotosintesis.
- 2.1 Memahami konsep suhu, pemuaian, kalor, perpindahan kalor, dan penerapannya dalam mekanisme menjaga kestabilan suhu tubuh pada manusia dan hewan serta dalam kehidupan sehari-hari.

A. ENERGI DALAM SISTEM KEHIDUPAN

1. Perubahan bentuk energi (Transformasi Energi)

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi ada di mana-mana, bahkan benda-benda yang ada di sekitar kita membutuhkan energi. Contohnya mobil, motor, pesawat, dan kereta api dapat berjalan dengan adanya bantuan energi, peralatan listrik di rumah dapat dinyalakan karena adanya energi. Pada dasarnya energi tidak pernah hilang, tetapi diubah ke dalam bentuk energi lain. Dengan konsep tersebut energi dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

Energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan, energi hanya bisa berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya. Inilah yang dinamakan hukum kekekalan energi. Tidak semua energi dapat langsung dimanfaatkan tetapi perlu diubah

ke bentuk lain. Energi yang dimiliki oleh suatu benda bisa bermacam-macam bentuk, di antaranya energi kinetik, energi potensial, energi panas, energi listrik, energi kimia, dan energi nuklir.

a. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh sebuah benda karena gerakannya atau energi pada benda-benda yang bergerak. Gerak benda dapat berupa gerak translasi (lurus) dan rotasi sehingga energi kinetik berupa energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi. Pada materi ini energi kinetik translasi yang akan dibahas adalah energi kinetik translasi. Contoh dari energi kinetik adalah sebuah mobil yang bergerak dengan kecepatan tertentu, manusia yang berjalan atau berlari, dan lain sebagainya.



Gambar 5.1 Contoh energi kinetik rotasi adalah roda yang digelindingkan dan anak yang sedang berlari merupakan contoh energi kinetik translasi.

Sumber: <http://benergi.com/>

Konsep dari energi kinetik ini adalah dengan memahami bentuk transfer energi yang berasal dari suatu bentuk energi ke bentuk energi yang lainnya. Besar kecilnya energi kinetik suatu benda bergantung kepada massa dan kelajuan benda tersebut. Secara matematis energi kinetik dirumuskan sebagai

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5.1)$$

dimana

E_k = energi kinetik (joule)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

b. Energi potensial

Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh gaya-gaya yang bergantung pada posisi atau konfigurasi sebuah benda (atau benda-benda) relative terhadap lingkungannya. Beragam jenis energi potensial dapat didefinisikan, dan masing-masing berhubungan dengan suatu tipe gaya tertentu.

Energi potensial dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Energi potensial gravitasi bumi, yaitu energi yang dimiliki suatu benda karena terletak di atas permukaan bumi. Makin tinggi letak suatu benda di atas permukaan bumi, makin besar energi potensial gravitasinya. Contohnya Buah mangga yang menggantung. Mangga ini berpotensi memiliki energi karena posisinya dari atas tanah. Energi yang tersimpan ini dinamakan energi potensial gravitasi. Energi potensial gravitasi yang disimbolkan dengan E_p . Energi potensial gravitasi dinyatakan sebagai berikut.

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (5.2)$$

Dimana:

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = ketinggian benda (m)

- 2) Energi potensial elastisitas, ialah energi yang tersimpan pada benda yang sedang diregangkan (misalnya, pada karet katapel dan busur panah) atau ditekan (misalnya, pada per). Makin jauh peregangannya dan penekanannya, makin besar energinya.



Gambar 5.2 Contoh energi potensialelastisitas pada busur panah

Sumber: <http://anggaman2.wordpress.com/>

Energi potensial elastisitas biasa disebut juga Energi Potensial Pegas. Besarnya energi potensial pegas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$Ek = \frac{1}{2} k \Delta x^2 \quad (5.3)$$

Dimana:

E = energi potensial pegas (joule)

k = konstanta pegas (N/m)

Δx = perubahan panjang pegas (m)

c. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah Jumlah dari energi kinetik dan energi potensial di dalam sebuah sistem. Contohnya Sebuah mangga memiliki energi potensial ketika tergantung pada batang pohonnya di atas permukaan tanah dan memiliki energi kinetik dan energi potensial ketika mangga tersebut bergerak jatuh.



Gambar 5.3 Buah yang menggantung dan bergerak jatuh

Sumber: <http://dinachristy.wordpress.com/>

d. Energi panas

Energi panas atau kalor adalah bentuk energi yang berubah karena adanya perbedaan temperatur. Energi panas dapat muncul karena terjadi perubahan bentuk energi seperti pada reaksi energi kimiawi pada matahari yang mengakibatkan munculnya api serta panas yang berpindah secara radiasi.

e. Energi listrik

Energi listrik ialah energi yang dimiliki muatan listrik dan arus listrik. Energi ini paling banyak digunakan karena mudah diubah menjadi energi lainnya. Lampu dan alat-alat listrik lainnya yang ada di rumah dihidupkan oleh bentuk lain energi yaitu listrik. Listrik dihasilkan oleh partikel bermuatan yang mengalir di dalam suatu kawat penghantar atau benda-benda konduktor. Elektron yang bergerak dapat meningkatkan temperatur kawat dan menyebabkan kawat menyala seperti pada bola lampu. Elektron yang bergerak juga dapat menghasilkan medan magnetik, yang dapat menggerakkan motor listrik. Contohnya dalam kehidupan sehari-hari misalnya lampu yang menyala akibat energi listrik.

f. Energi kimia

Energi kimia adalah energi yang paling dibutuhkan oleh makhluk hidup dikarenakan pada bentuk kimiawi, energi mampu disimpan lebih lama. Energi kimia tersimpan dalam bahan makanan. Dalam metabolisme sel, ATP adalah salah satu bentuk energi kimia yang paling berguna dan penting untuk manusia. Energi kimia juga tersimpan dalam bahan bakar yang sering kita gunakan seperti bensin, dan minyak tanah. Energi ini muncul karena terjadi proses pemecahan ikatan kimia dalam susunannya sehingga menghasilkan energi.

g. Energi nuklir

Energi ini adalah energi yang berada dalam setiap materi atau zat yang tentunya tersusun atas atom atom dan material penyusun atom seperti elektron, neutron dan proton. Energi nuklir sebenarnya juga merupakan energi kimia akan tetapi lebih bersifat spesifik dan membutuhkan usaha yang lebih dalam menggunakannya. Energi nuklir ini dapat diperoleh melalui proses yang cukup rumit dan untuk

sekarang ini hanya mampu diambil dari materi yang bersifat radioaktif serta tidak stabil dengan inti yang berat seperti Uranium dan Plutonium. Untuk atom atom lain masih terbilang cukup sulit.

Contoh reaksi nuklir yang ada adalah matahari yang terus menerus berpijar, kemudian pembangkit listrik tenaga nuklir (reaktor nuklir) serta Bom Atom (Bandingkan dengan ledakan Hiroshima dan Nagasaki).



Gambar 5.4 Pembangkit listrik tenaga nuklir
Sumber: <http://www.tambang.co.id/>

2. Metabolisme

Makhluk multiseluler, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan tersusun atas jutaan sel. Tiap sel memiliki fungsi tertentu untuk kelangsungan hidup suatu organisme. Untuk menjalankan fungsinya, sel melakukan proses metabolisme. Metabolisme adalah reaksi-reaksi kimia yang terjadi di dalam sel. Reaksi kimia ini akan mengubah suatu zat menjadi zat lain.

Semua proses metabolisme disebut reaksi enzimatik karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim. Enzim adalah senyawa organik atau katalis protein yang dihasilkan sel dalam suatu reaksi. Enzim bekerja sebagai katalis dalam tubuh makhluk hidup, oleh karena itu disebut *biokatalisator*. Kamu akan mengetahui fungsi enzim dalam proses metabolisme setelah mempelajari subbab ini. Enzim bertindak sebagai katalis, artinya enzim dapat meningkatkan laju reaksi kimia tanpa ikut bereaksi atau dipengaruhi oleh reaksi kimia tersebut.

Enzim ini memiliki sifat yang khas, artinya hanya mempengaruhi zat tertentu yang disebut *substrat*. Substrat adalah molekul yang bereaksi dalam suatu reaksi kimia dan molekul yang dihasilkan disebut produk. Misalnya, enzim protease, substratnya adalah protein dan bentuk reaksinya mengubah protein menjadi asam amino. Secara ringkas sifat-sifat enzim dijelaskan sebagai berikut:

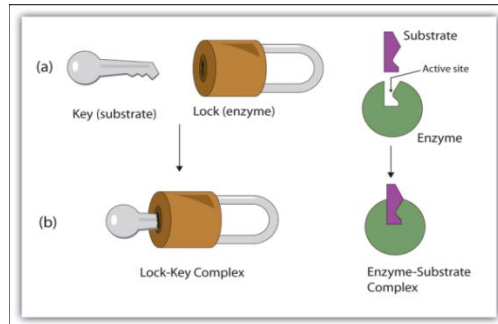
- a. Enzim merupakan biokatalisator. Enzim dalam jumlah sedikit saja dapat mempercepat reaksi beribu-ribu kali lipat, tetapi ia sendiri tidak ikut bereaksi.
- b. Enzim bekerja secara spesifik. Enzim tidak dapat bekerja pada semua substrat, tetapi hanya bekerja pada substrat tertentu saja. Misalnya, enzim katalase hanya mampu menghidrolisis H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 .
- c. Enzim berupa koloid. Enzim merupakan suatu protein sehingga dalam larutan enzim membentuk suatu koloid. Hal ini menambah luas bidang permukaan enzim sehingga aktivitasnya lebih besar.
- d. Enzim dapat bereaksi dengan substrat asam maupun basa. Sisi aktif enzim mempunyai gugus R residu asam amino spesifik yang merupakan pemberi atau penerima protein yang sesuai.
- e. Enzim bersifat termolabil. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu rendah, kerja enzim akan lambat. Semakin tinggi suhu, reaksi kimia yang dipengaruhi enzim semakin cepat, tetapi jika suhu terlalu tinggi, enzim akan mengalami denaturasi.
- f. Kerja enzim bersifat bolak-balik (reversibel). Enzim tidak dapat menentukan arah reaksi, tetapi hanya mempercepat laju reaksi mencapai kesetimbangan. Misalnya enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Sebaliknya, lipase juga mampu menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak.

Cara kerja enzim dapat dijelaskan dengan dua teori, yaitu teori gembok dan anak kunci, dan teori kecocokan yang terinduksi.

- a. Teori gembok dan anak kunci (*Lock and key theory*)

Enzim dan substrat bergabung bersama membentuk kompleks, seperti kunci yang masuk dalam gembok. Di dalam kompleks, substrat dapat bereaksi dengan energi

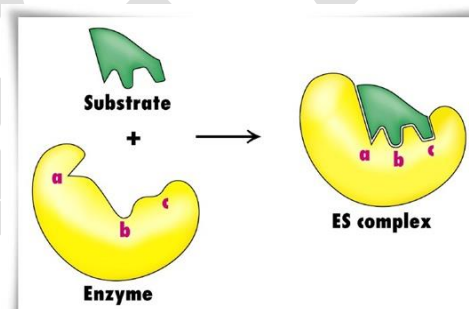
aktivasi yang rendah. Setelah bereaksi, kompleks lepas dan melepaskan produk serta membebaskan enzim.



Gambar 5.5 Cara kerja enzim teori gembok dan anak kunci
Sumber: <http://www.pintarbiologi.com/>

b. Teori kecocokan yang terinduksi (*Induced fit theory*)

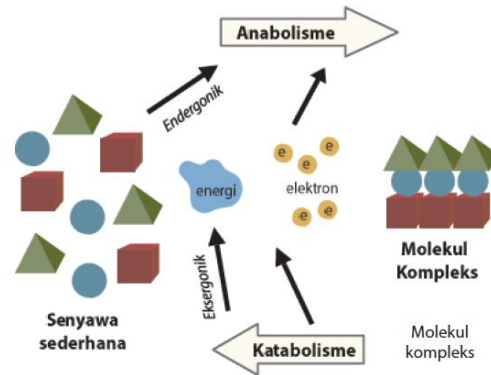
Menurut teori kecocokan yang terinduksi, sisi aktif enzim merupakan bentuk yang fleksibel. Ketika substrat memasuki sisi aktif enzim, bentuk sisi aktif termodifikasi melingkupi substrat membentuk kompleks. Ketika produk sudah terlepas dari kompleks, enzim tidak aktif menjadi bentuk yang lepas. Sehingga, substrat yang lain kembali bereaksi dengan enzim tersebut.



Gambar 5.6 Cara kerja enzim teori kecocokan yang terinduksi
Sumber: <http://finishwellunbiologi.blogspot.co.id/>

Metabolisme sel dapat dibagi menjadi dua, yaitu anabolisme dan katabolisme. Anabolisme (biosintesis) merupakan proses pembentukan makromolekul (lebih kompleks) dari molekul yang lebih sederhana. Makromolekul yang dimaksud misalnya komponen sel (protein, karbohidrat, lemak, dan asam nukleat). Oleh karena proses pembentukannya memerlukan energi bebas maka disebut reaksi endergonik. Katabolisme merupakan proses pemecahan makromolekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana. Misalnya

pengubahan karbohidrat menjadi CO_2 dan H_2O dalam proses respirasi. Proses ini menghasilkan energi bebas sehingga disebut reaksi eksergonik.



Gambar 5.7 Peristiwa metabolisme, anabolisme, dan katabolisme
Sumber: Wahono dkk. 2013

a. Katabolisme

Katabolisme adalah reaksi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim. Penguraian senyawa ini menghasilkan atau melepaskan energi berupa ATP yang biasa digunakan organisme untuk beraktivitas.

Katabolisme mempunyai dua fungsi, yaitu menyediakan bahan baku untuk sintesis molekul lain, dan menyediakan energi kimia yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sel. Reaksi yang umum terjadi adalah reaksi oksidasi. Contoh katabolisme adalah respirasi. Respirasi adalah proses reduksi, oksidasi, dan dekomposisi, baik menggunakan oksigen maupun tidak dari senyawa organik kompleks menjadi senyawa lebih sederhana dan dalam proses tersebut dibebaskan sejumlah energi. Tenaga yang dibebaskan dalam respirasi berasal dari tenaga potensial kimia yang berupa ikatan kimia. Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, katabolisme dibagi menjadi dua, yaitu respirasi aerob dan anaerob.

1) Respirasi aerob

Respirasi aerob adalah peristiwa pembakaran zat makanan menggunakan oksigen dari pernapasan untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP. Selanjutnya, ATP digunakan untuk memenuhi proses hidup yang selalu memerlukan energi. Respirasi aerob disebut juga pernapasan, dan terjadi di paru-paru.

Respirasi aerob dapat dibedakan menjadi tiga tahap, yaitu: glikolisis, siklus krebs, dan transpor elektron.

a) Glikolisis

Glikolisis adalah peristiwa perubahan molekul glukosa (6 atom C) menjadi 2 molekul yang lebih sederhana, yaitu asam piruvat (3 atom C). Glikolisis terjadi dalam sitoplasma sel.

Peristiwa glikolisis menunjukkan perubahan dari glukosa, kemudian makin berkurang kekomplekan molekulnya dan berakhir sebagai molekul asam piruvat. Produk penting glikolisis adalah:

- (1) 2 molekul asam piruvat
- (2) 2 molekul NADH sebagai sumber elektron berenergi tinggi
- (3) 2 molekul ATP dari 1 molekul glukosa

Sebenarnya, dari 1 molekul glukosa dihasilkan 4 molekul ATP, tetapi 2 molekul digunakan untuk beberapa reaksi kimia. Dari kesepuluh langkah pemecahan glukosa, dua di antaranya bersifat endergonik, dan menggunakan 2 molekul ATP.

b) Siklus krebs

Siklus krebs merupakan tahap kedua respirasi aerob. Nama siklus ini berasal dari nama orang yang menemukan reaksi tahap kedua respirasi aerob ini, yaitu Hans Krebs. Siklus ini disebut juga siklus asam sitrat. Siklus krebs diawali dengan adanya 2 molekul asam piruvat yang dibentuk pada glikolisis yang meninggalkan sitoplasma masuk ke mitokondria.

Sehingga, siklus krebs terjadi di dalam mitokondria. siklus krebs merupakan tahap kedua dalam respirasi aerob yang mempunyai tiga fungsi, yaitu menghasilkan NADH, FADH_2 , ATP serta membentuk kembali oksaloasetat. Oksaloasetat ini berfungsi untuk siklus krebs selanjutnya. Dalam siklus krebs, dihasilkan 6 NADH, 2 FADH_2 , dan 2 ATP.

c) Transpor elektron

Transpor elektron terjadi di membran dalam mitokondria, dan berakhir setelah elektron dan H^+ bereaksi dengan oksigen yang berfungsi sebagai akseptor terakhir, membentuk H_2O . ATP yang dihasilkan pada tahap ini adalah 32 ATP. Reaksinya kompleks, tetapi yang berperan penting adalah NADH, FAD, dan molekul-molekul khusus, seperti Flavo

protein, ko-enzim Q, serta beberapa sitokrom. Dikenal ada beberapa sitokrom, yaitu sitokrom C1, C, A, B, dan A3.

Elektron berenergi pertama-tama berasal dari NADH, kemudian ditransfer ke FMN (*Flavine Mono Nukleotida*), selanjutnya ke Q, sitokrom C1, C, A, B, dan A3, lalu berikatan dengan H yang diambil dari lingkungan sekitarnya. Sampai terjadi reaksi terakhir yang membentuk H_2O .

Jadi, hasil akhir proses ini terbentuknya 32 ATP dan H_2O sebagai hasil sampingan respirasi. Produk sampingan respirasi tersebut pada akhirnya dibuang ke luar tubuh, pada tumbuhan melalui stomata dan melalui paru-paru pada pernapasan hewan tingkat tinggi.

Tabel 5.1. Ketiga proses respirasi

Proses	Akseptor	ATP
1) Glikolisis: Glukosa \rightarrow 2 asam piruvat	2 NADH	2 ATP
2) Siklus Krebs: 2 asam piruvat \rightarrow 2 asetil-KoA + 2 CO_2 2 asetil KoA \rightarrow 4 CO_2	2 NADH 6 NADH 2 NADH	2 ATP
3) Rantai Transpor Elektron Respiratori: 10 NADH + 5 $O_2 \rightarrow$ 10 NADH⁺ + 10 H_2O 2 FADH₂ + $O_2 \rightarrow$ 2 FAD + 2 H_2O		30 ATP 4 ATP
		Total : 34 ATP
		e⁻ untuk masuk mitokondria perlu : 2 ATP
		Hasil Akhir : 32 ATP

4) Respirasi Anaerob

Respirasi anaerob terjadi bila tidak ada oksigen. Perlu diingat, bahwa dalam respirasi aerob oksigen berperan sebagai penerima elektron terakhir. Bila peran oksigen digantikan oleh zat lain, terjadilah respirasi anaerob. Organelaorganela dan reaksi-reaksi yang terlibat dalam proses respirasi aerob sama dengan respirasi anaerob. Adapun zat lain yang dapat menggantikan peran oksigen antara lain NO_3^- dan SO_4^{2-} .

Sejauh ini baru diketahui bahwa yang dapat menggunakan zat pengganti oksigen merupakan golongan mikroorganisme. Dengan demikian, organisme tingkat tinggi tidak

dapat melakukan respirasi anaerob. Apabila tidak tersedia oksigen, organisme tingkat tinggi mengubah energi potensial kimia menjadi energi kinetik melalui proses fermentasi.

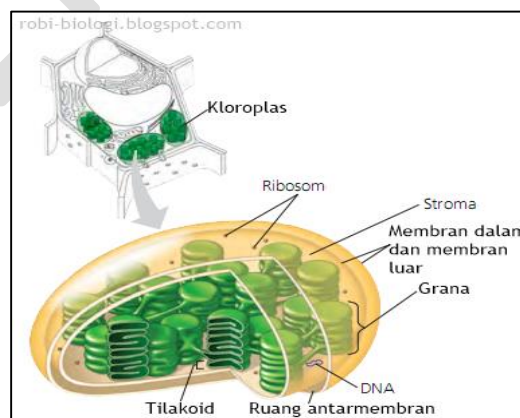
b. Anabolisme

Anabolisme adalah peristiwa penyusunan zat dari senyawa sederhana menjadi senyawa lebih kompleks yang berlangsung dalam tubuh makhluk hidup. Penyusunan senyawa kimia umumnya memerlukan energi. Contoh reaksi anabolisme di antaranya adalah fotosintesis atau sintesis karbohidrat dengan bantuan energi cahaya matahari, kemosintesis dengan bantuan energi kimia.

Fotosintesis (foto berarti cahaya, dan sintesis berarti menyusun) dapat diartikan sebagai proses penyusunan bahan makanan berupa karbohidrat yang terjadi pada bagian tumbuhan yang memiliki klorofil dengan bantuan energi matahari. Bahan baku fotosintesis berupa karbon dioksida yang berasal dari udara dan air yang berasal dari dalam tanah. Fotosintesis juga menghasilkan oksigen sebagai hasil samping reaksi. Secara sederhana, reaksi fotosintesis yang melibatkan berbagai enzim dapat dituliskan sebagai berikut:



Fotosintesis terjadi di dalam kloroplas. Kloroplas merupakan organel plastida yang mengandung pigmen hijau daun (klorofil). Sel yang mengandung kloroplas terdapat pada mesofil daun tanaman yang disebut *palisade* atau jaringan tiang dan sel-sel jaringan bunga karang yang disebut *spons*.



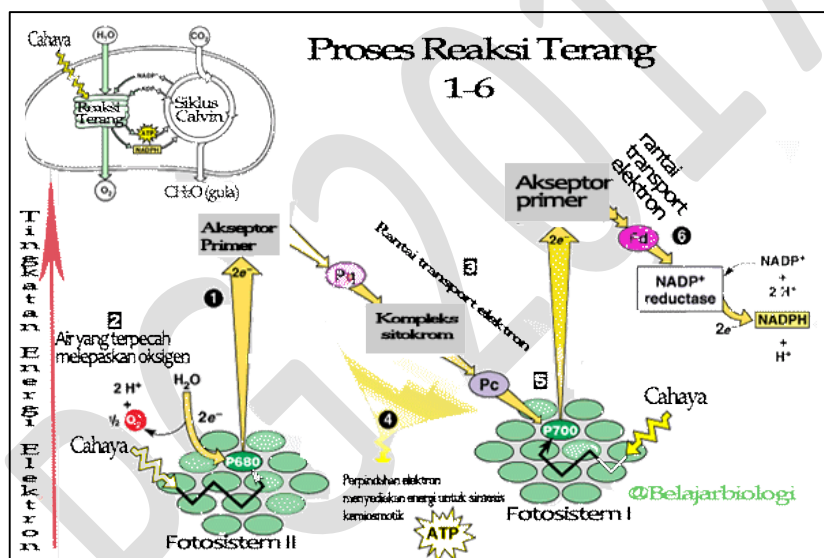
Gambar 5. 8 Kloroplas

Sumber: <http://robi-biologi.blogspot.co.id/>

Fotosintesis merupakan proses kimia yang paling penting di muka bumi karena hasil proses fotosintesis akan menyediakan makanan untuk semua organisme, bukan hanya untuk tumbuhan yang melakukan fotosintesis itu sendiri namun juga untuk semua makhluk hidup yang memakannya. Proses reaksi fotosintesis dalam tumbuhan tinggi dibagi menjadi dua tahap, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap.

1) Reaksi terang (Light-Dependent Reaction)

Reaksi terang terjadi dalam membran tilakoid yang di dalamnya terdapat pigmen klorofil a, klorofil b, dan pigmen tambahan yaitu karoten. Pigmen-pigmen ini menyerap cahaya ungu, biru, dan merah lebih baik daripada warna cahaya lain.



Gambar 5.9 Reaksi terang pada fotosintesis
Sumber: <http://www.belajarbiologi.com/>

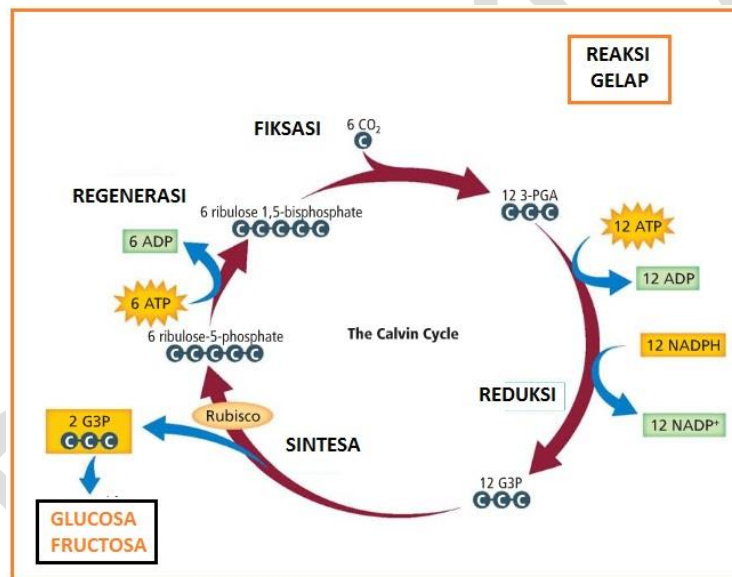
Reaksi terang merupakan reaksi penangkapan energi cahaya. Energi cahaya yang diserap oleh membran tilakoid akan menaikkan elektron berenergi rendah yang berasal dari H_2O . Elektron-elektron bergerak dari klorofil a menuju sistem transpor elektron yang menghasilkan ATP (dari $\text{ADP} + \text{P}$). Elektron-elektron berenergi ini juga ditangkap oleh NADP^+ . Setelah menerima elektron, NADP^+ segera berubah menjadi NADPH . Molekul-molekul ini (ATP dan NADPH) menyimpan energi untuk sementara waktu dalam bentuk elektron berenergi yang akan digunakan untuk mereduksi CO_2 .

Pada reaksi terang yang terjadi di grana, energi cahaya memacu pelepasan elektron dari fotosistem di dalam membran tilakoid. Fotosistem adalah tempat berkumpulnya

beratus-ratus molekul pigmen fotosintesis. Aliran elektron melalui sistem transpor menghasilkan ATP dan NADPH.

Reaksi terang melibatkan dua jenis fotosistem, yaitu fotosistem I dan fotosistem II. Fotosistem I terdiri atas klorofil a dan pigmen tambahan yang menyerap kuat energi cahaya dengan panjang gelombang 700 nm sehingga sering disebut P700. Sementara itu, fotosistem II tersusun atas klorofil a yang menyerap kuat energi cahaya dengan panjang gelombang 680 nm sehingga sering disebut P680.

2) Reaksi gelap (*Light-Independent Reaction*)



Gambar 5.10 Reaksi gelap pada fotosintesis
Sumber: <http://sciencepirate.blogspot.co.id/>

Reaksi gelap merupakan reaksi tahap kedua dari fotosintesis. Disebut reaksi gelap karena reaksi ini tidak memerlukan cahaya. Reaksi gelap terjadi di *stroma*. Namun demikian, reaksi ini tidak mutlak terjadi hanya pada kondisi gelap.

Reaksi gelap memerlukan ATP, hidrogen, dan elektron dari NADPH, karbon dan oksigen dari karbondioksida, enzim yang mengkatalisis setiap reaksi, dan RuBp (Ribulosa bifosfat) yang merupakan suatu senyawa yang mempunyai 5 atom karbon.

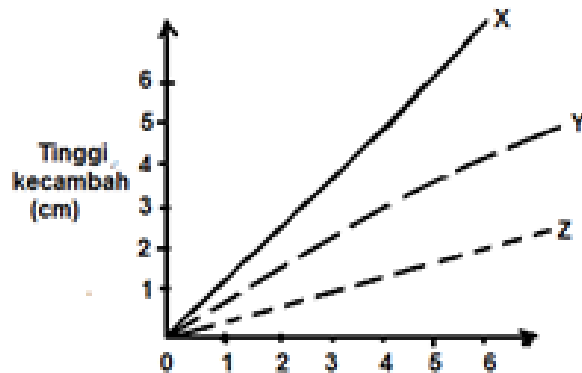
Pada reaksi gelap, CO_2 dan air dari lingkungan secara enzimatik direaksikan dengan suatu molekul akseptor yang mengandung 5 atom C untuk membentuk 2 molekul antara

beratom C3 yaitu asam fosfoglisarat (APG) selanjutnya APG akan berikatan dengan ion H dari NADPH_2 membentuk senyawa ALPG (Aldehid Phospho Gliserat). Molekul antara ini kemudian melalui tahapan yang kompleks direduksi untuk menghasilkan glukosa.

Peristiwa tersebut dilengkapi dengan pembentukan kembali/regenerasi molekul C5 yang selanjutnya akan digunakan lagi untuk mengikat CO_2 yang masuk. Terbentuknya glukosa dalam sel-sel daun menyebabkan naiknya nilai osmotik sel-sel daun. Oleh sebab itu, glukosa yang bersifat osmosis akan diubah menjadi amilum yang bersifat osmosis inaktif.

Contoh Soal 1:

Grafik berikut menunjukkan hasil percobaan pertumbuhan berbagai jenis kecambah (X, Y, dan Z) masing-masing di tempat gelap, teduh, dan terang yang menunjukkan proses fotosintesisnya yang berlangsung pada hari ke-1 sampai hari ke-6 berikut:



Berdasarkan grafik tersebut, apa yang dapat Anda simpulkan tentang kecambah X? Apa nama pertumbuhan kecambah tersebut?

Pembahasan

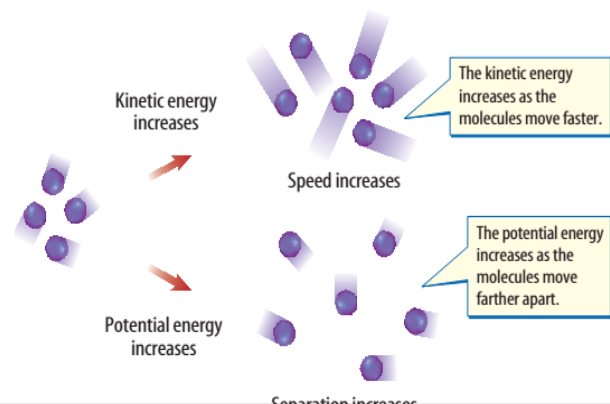
Kecambah X mengalami pertumbuhan dengan baik dari hari ke-1 sampai hari ke-6 di tempat gelap. Proses pertumbuhan kecambah disebut sebagai pertumbuhan etiolasi. Pertumbuhan etiolasi adalah pertumbuhan tumbuhan yang sangat cepat di tempat gelap namun kondisi tumbuhan lemah, batang tidak kokoh, daun kecil, dan tumbuhan tampak pucat. Gejala etiolasi terjadi karena ketiadaan cahaya matahari. Kloroplas yang tidak terkena matahari disebut etioplas. Kadar etioplas yang terlalu banyak menyebabkan tumbuhan menguning.

B. KALOR DAN PERUBAHANNYA

1. Suhu

Konsep suhu begitu dekat dengan kehidupan sehari-hari. Perubahan cuaca, musim dan pergantian siang dan malam membawa pengaruh terhadap perubahan suhu lingkungan di sekitar kita. Suhu lingkungan mempengaruhi aktifitas kita sehari-hari, rasa gerah, keringat, maupun kedinginan merupakan salah satu respon tubuh terhadap suhu. Bukan hanya itu, perubahan suhu tubuh lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu tubuh normal merupakan salah satu indikator bahwa tubuh dalam keadaan tidak sehat. Gambar 5.11 menunjukkan energi kinetik dan energi potensial molekul.

Setiap benda memiliki suhu. Apakah suhu itu? Apa yang menyebabkan peningkatan atau penurunan suhu? Dalam kehidupan sehari-hari, suhu merupakan ukuran seberapa panas atau dinginnya sebuah benda. Pada level molekular, suhu sebuah benda berkaitan dengan gerak partikel penyusun. Semua benda tersusun dari atom, molekul atau ion yang bergerak secara acak.



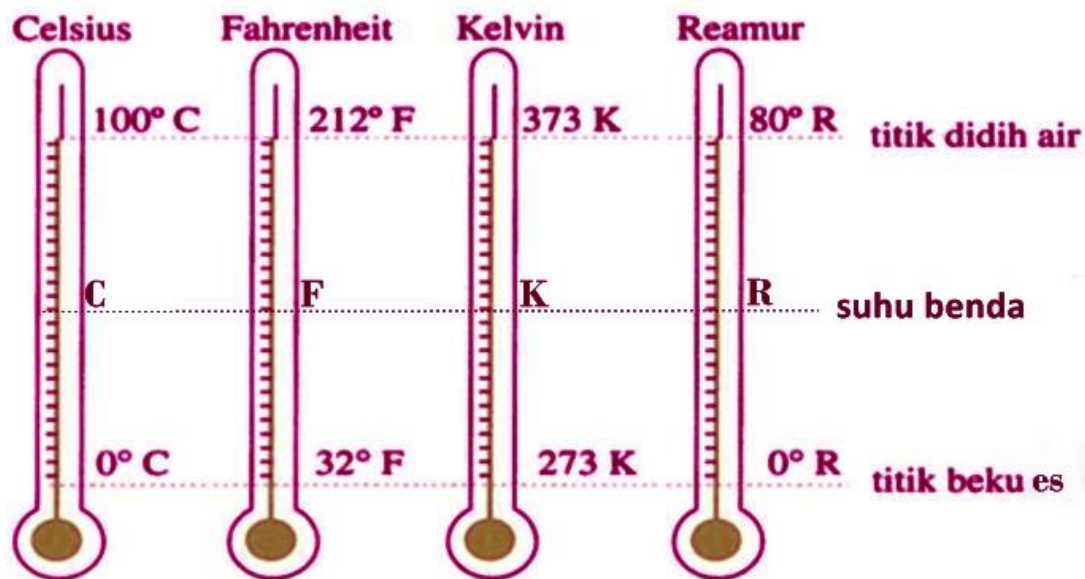
Gambar 5.11 Gerak partikel

Sumber. Ewen, D., Schurter, N., & Gundersen, P. E. 2012.

Gerakan partikel tersebut memiliki kecepatan yang berbeda-beda pada berbagai arah. Karena gerakan tersebut partikel memiliki energi kinetik. Gerakan tersebut dapat menimbulkan tumbukan antara partikel satu dengan partikel yang lain yang dapat menyebabkan transfer energi dari partikel yang satu ke partikel yang lain. Suhu sebuah benda secara mikroskopik merupakan rerata energi kinetik partikel penyusunnya.

Untuk mengukur besarnya suhu tidaklah mungkin mengukur secara mikroskopi yang merupakan rerata energi kinetik partikel penyusunnya, sehingga yang dilakukan adalah mengukur menggunakan skala termometer. Secara umum skala termometer dibedakan

kedalam 4 jenis skala yaitu : Skala termometer Celcius, Skala termometer Fahrenheit, Skala termometer Reamur dan skala termometer Kelvin. Untuk menentukan sistem skala suhu digunakan titik acuan bawah dan titik acuan atas. Titik acuan bawah adalah titik lebur es pada tekanan 1 atm sedangkan titik acuan atas adalah titik didih air pada tekanan 1 atm. Perbandingan pengukuran suhu dengan menggunakan skala termometer Celsius, termometer Fahrenheit, termometer Kelvin, dan termometer Reamur dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Perbandingan Pengukuran Suhu Sumber:

<https://fisikamabrur.blogspot.co.id/2016/05/kalibrasi-skala-suhu-indikator-5-ujian.html>

Berikut rentang skala yang dimiliki setiap termometer :

- Pada termometer skala Celsius titik didih air diberi skala 100°C dan titik bekunya diberi skala 0°C. Rentang temperatur antara titik beku air dan titik didih air dibagi dalam 100 skala.
- Pada termometer skala Fahrenheit titik didih air diberi skala 212°F dan titik bekunya diberi skala 32°F. Rentang temperaturnya dibagi dalam 180 skala.
- Pada termometer skala Kelvin i titik didih air 373,15 K dan titik bekunya 273,15 K. Rentang temperaturnya dibagi dalam 100 skala.

- d. Pada termometer skala Reamur titik didih air 80°R dan titik beku 0°R . Rentang temperaturnya berada pada temperatur $0^{\circ}\text{R} - 80^{\circ}\text{R}$ dan dibagi dalam 80 skala.

Sehingga :

- Hubungan antara skala suhu Celcius dan Fahrenheit secara umum dapat dituliskan dalam persamaan Matematika: $T^{\circ}\text{C} = (9/5 T^{\circ} + 32)^{\circ}\text{F}$.
- Hubungan antara skala suhu Celcius dan Reamur secara umum dapat dituliskan dalam persamaan Matematika : $T^{\circ}\text{C} = 4/5 T^{\circ}\text{R}$
- Hubungan antara skala suhu Celcius dan Kelvin secara umum dapat dituliskan dalam persamaan Matematika : $T^{\circ}\text{C} = (T^{\circ}\text{C} + 273)^{\circ}\text{K}$

Contoh Soal 2:

Seorang siswa di kelas tidak bisa mengikuti pembelajaran karena pusing. Setelah diperiksa oleh gurunya, ternyata siswa tersebut demam. Setelah dibawa ke dokter dan diperiksa menggunakan termometer, suhu badan anak tersebut mencapai 40°C . Jika diukur menggunakan termometer Reamur, Fahrenheit dan Kelvin, berapa angka penunjukan termometer tersebut?

Pembahasan:

Penunjukan dalam termometer Reamur adalah

$$R/4 = C/5$$

$$R/4 = 40/5$$

$$R/4 = 8$$

$$R = 32^{\circ}$$

Penunjukan dalam termometer Fahrenheit adalah

$$(F-32)/9 = C/5$$

$$(F-32)/9 = 8$$

$$F-32 = 72$$

$$F = 72 + 32$$

$$F = 104^{\circ}$$

Penunjukan dalam skala Kelvin adalah

$$= 40 + 273$$

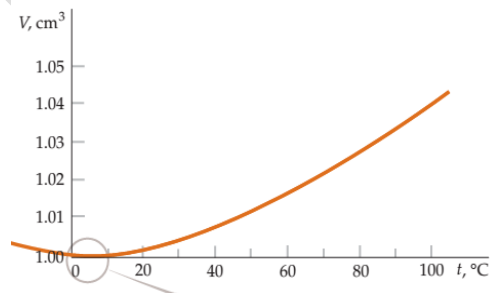
$$K = 313^{\circ}$$

- a. Pemuaian panjang, luas dan volume pada benda padat



Gambar 5.13 (a) Pemuaian pada jembatan (Sumber. Ewen, D., Schurter, N., & Gundersen, P. E., 2012). (b) Pemanasan pada besi (Devi, P. K., & Saraswati, S. L., 2016)

Sebagian besar zat memuai ketika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan, namun besar pemuaian atau penyusutan tiap benda berbeda-beda bergantung jenis material. Dari berbagai eksperimen, jika perubahan suhu ΔT tidak terlalu besar maka pemuaian linear atau biasa juga dikenal dengan pemuaian panjang berbanding lurus dengan perubahan suhu benda ΔT . Perubahan panjang Δl berbanding lurus dengan panjang mula-mula benda l_0 .



Gambar 5.14 Perubahan volume benda pada berbagai suhu
Sumber. Giancoli, 2005

Jika suhu sebuah benda berubah ΔT , hasil bagi dari perubahan panjang Δl dengan panjang mula-mula l_0 sama sebanding dengan perubahan suhu, dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut $\frac{\Delta l}{l_0} \approx \Delta T$ sehingga $\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T$ dimana α merupakan koefisien

muai panjang yang merupakan perbandingan hasil bagi dari perbandingan perubahan panjang dan panjang mula-mula dengan perubahan suhu yang dituliskan secara matematis yaitu $\alpha = \frac{\Delta l/l_0}{\Delta T}$ di mana satuan dari koefisien muai panjang α adalah $1/K$ atau $1/C^\circ$.

Nilai α untuk berbagai bahan pada $20^\circ C$ dapat dilihat pada tabel di bawah ini, sebenarnya α sedikit bervariasi sesuai temperatur. Jika kisaran suhu tidak terlalu besar, biasanya variasinya dapat diabaikan.

Tabel 5.2 Daftar Koefisien Muai Panjang dan Koefisien Volume Berbagai Benda

Benda	Koefisien Muai panjang, α ($^\circ C$) ⁻¹	Koefisien Muai Volume, β ($^\circ C$) ⁻¹
Padat:		
• Aluminium	25×10^{-6}	75×10^{-6}
• Kuningan	19×10^{-6}	56×10^{-6}
• Tembaga	17×10^{-6}	50×10^{-6}
• Emas	14×10^{-6}	42×10^{-6}
• Pyrex	3×10^{-6}	9×10^{-6}
Cair		
• Bensin		950×10^{-6}
• Merkuri		180×10^{-6}
• Etil alcohol		1100×10^{-6}
• air		210×10^{-6}
Gas		
• Udara		3400×10^{-6}

Pemuaian tidak hanya terjadi pada panjang benda tapi juga dapat terjadi pada luas dan volume benda. Untuk koefisien muai luas sama dengan dua kali koefisien muai panjang (2α) sedangkan koefisien muai volume sama dengan tiga kali koefisien muai panjang (3α). Dimana dapat dituliskan ke dalam persamaan:

$$\Delta A = 2\alpha A_0 \Delta T \quad (5.4)$$

$$\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta T \quad (5.5)$$

Contoh Soal 3

Sebatang aluminium memiliki panjang 50 cm ketika suhunya 30°C. Dengan menggunakan alat Muschenbroek, aluminium tersebut dipanaskan hingga suhunya mencapai 70°C. Jika koefisien muai panjang aluminium adalah 0,000025/°C, hitunglah panjang aluminium tersebut!

Pembahasan

Dik: $L_0 = 50 \text{ cm}$

α = adalah 0,000025/°C

$\Delta T = 40^\circ\text{C}$

Dit: $L_1 = \dots?$

$$L_1 = L_0 + (L_0 \times \alpha \times \Delta T)$$

$$= 50 + (50 \times 0,000025 \times 40)$$

$$= 50 + 0,05 = 50,05 \text{ cm}$$

Maka panjang aluminium setelah dipanaskan menjadi 50,05 cm

2. Kalor

Sebuah kubus besi hangat (75 °C) bermassa 4 kg ditempelkan kepada sebuah kubus besi dingin yang bersuhu (15 °C) bermassa 15 Kg. Pernyataan Manakah yang benar?

- Kalor mengalir secara spontan dari kubus hangat ke kubus dingin sampai kedua kubus memiliki muatan kalor yang sama.
- Kalor mengalir secara spontan dari kubus hangat ke kubus dingin sampai kedua kubus memiliki temperatur yang sama
- Kalor dapat mengalir secara spontan dari kubus hangat ke kubus yang dingin, tapi dapat juga mengalir secara spontan dari kubus dingin ke kubus hangat.
- Kalor mengalir dari kubus besar ke kubus kecil karena kubus besar memiliki energi internal yang besar.

Konsep kalor sebenarnya sudah melekat pada kehidupan masyarakat kita sehari-hari. Hal tersebut dapat kita lihat bagaimana seseorang dapat menduga jika bagian sebuah kursi terasa lebih hangat dibandingkan bagian kursi yang lain, dapat diduga seseorang baru saja duduk pada kursi tersebut. Ketika kita membeli sebuah es krim kemudian letakkan pada ruang terbuka, kita dapat menduga seiring dengan waktu es krim tersebut akan mencair?

Agar es krim tetap pada bentuknya kita dapat menyimpannya di freezer. Mengapa kita dapat menduga hal tersebut?

Kita dapat menduga seseorang baru saja duduk di kursi tersebut dengan merasakan bagian kursi lebih hangat dibandingkan bagian kursi yang lain kerana terjadi perpindahan kalor yang menyebabkan suhu bagian lebih tinggi dibandingkan suhu bagian kursi yang lain sampai suhu bagian kursi tersebut sama dengan suhu tubuh manusia.

Kita dapat menduga es krim yang berada pada ruang terbuka akan mencair hal tersebut disebabkan karena terjadi perpindahan kalor dari lingkungan ke es krim yang menyebabkan perubahan wujud zat. Agar tetap pada bentuk dan wujud es krim tersebut harus ditempatkan pada ruangan yang suhunya sama sehingga tidak terjadi perpindahan kalor yang dapat memicu perubahan wujud zat.

Ketika kita meletakkan wajan yang berisi minyak di atas api kompor gas, suhu minyak akan meningkat. Hal tersebut terjadi disebabkan adanya perpindahan kalor dari api kompor gas ke minyak. Ketika kita memasukkan es ke dalam air mendidih, kalor secara spontan berpindah dari air mendidih ke es untuk menyamakan suhu. Jika dua buah benda diletakkan bersinggungan cukup lama sehingga kedua benda memiliki suhu yang sama, benda tersebut dikatakan berada pada kesetimbangan termal. Dalam keadaan setimbang termal tidak terjadi arus kalor. Penjelasan yang sama terjadi ketika kita mengukur suhu tubuh dengan menggunakan termometer badan yang diletakkan di mulut, kalor mengalir dari mulut ke termometer yang mengakibatkan suhu termometer meningkat. Ketika suhu termometer sama dengan tubuh akan terjadi kesetimbangan termal sehingga tidak terjadi arus kalor.

Pada abad ke delapan belas, para peneliti telah mengetahui bahwa jumlah kalor (Q) yang dibutuhkan untuk mengubah temperatur adalah material yang ditentukan oleh proporsional terhadap massa dan perubahan temperatur. Secara umum persamaan kalor adalah sebagai berikut

$$Q = mc\Delta T \quad (5.6)$$

dengan m adalah massa zat, c adalah kalor jenis zat, dan ΔT adalah perubahan suhu.

Kalor jenis (c) adalah karakteristik dari zat atau material. Misalnya kalor jenis air adalah 4,2 J/kg. °C atau 1,00 kkal/ kg. °C.

Contoh Soal 4:

- (a) Berapa banyak kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu dari kaleng kosong seberat 20 kg yang terbuat dari besi pada suhu 10°C menjadi 90°C
- (b) Bagaimana jika kaleng tersebut diisi air 20 kg

Pembahasan

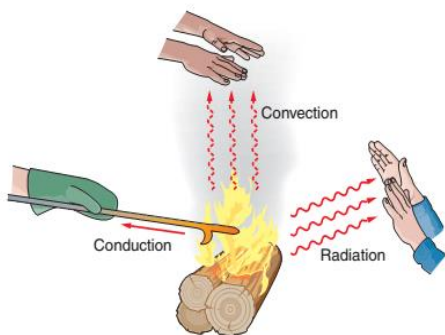
- (a) Diketahui bahwa kalor jenis besi (c) adalah 450 J/kg.C°. Massa kaleng (m) adalah 20 kg. Perubahan suhu adalah 90°C – 10°C = 80°C, sehingga jumlah kalor yang diperlukan adalah sebagai berikut.

$$Q_{\text{kaleng}} = m c \Delta T = 20 \times 450 \times 80 = 720 \text{ kJ}$$

- (b) Untuk penambahan air dengan Massa = 20 kg, maka kalor yang diperlukan oleh air adalah

$$Q_{\text{air}} = m c \Delta T = 20 \times 4200 \times 80 = 6720 \text{ kJ}$$

Sehingga total kalor yang diperlukan adalah 720 kJ + 6720 kJ = 7440 kJ.

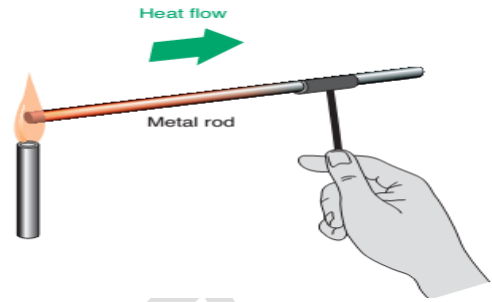
3. Perpindahan Kalor

Gambar 5.15 Perpindahan panas.
Sumber. Ewen, D., Schurter, N., & Gundersen, P. E. 2012.

Kalor merupakan transfer energi antara benda yang mempunyai perbedaan suhu. Transfer energi tersebut dapat terjadi dengan tiga cara yaitu: Konduksi, Konveksi, dan Radiasi. Konduksi merupakan transfer energi dari melalui interaksi antara atom-atom atau molekul-molekul dimana atom atau molekul tersebut tidak berpindah tempat.

a. Perpindahan Kalor Secara Konduksi

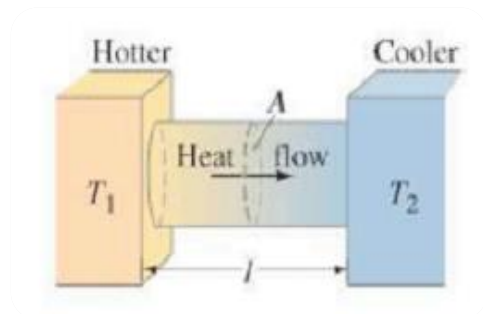
Ketika sebuah tongkat besi diletakkan pada api yang panas, atau sebuah sendok perak dimasukkan ke dalam mangkuk sup panas. Pada ujungnya anda merasakan panasnya juga, walaupun tidak langsung bersinggungan dengan sumber kalor. Kita katakan kalor telah terkonduksi dari sup yang panas ke sendok perak.



Gambar 5.16 Konduksi.
Sumber. Ewen, D., Schurter, N., & Gundersen, P. E. 2012.

Konduksi kalor pada banyak material dapat digambarkan melalui tabrakan molekular. Pada saat satu sisi objek dipanaskan, molekul disana menjadi semakin cepat karena suhu semakin tinggi. Pada saat molekul-molekul yang lebih cepat bertabrakan dengan molekul yang lebih lambat, molekul tersebut memindahkan sebagian energi kinetiknya sehingga terjadi perubahan kecepatan gerak molekul pada molekul yang lebih lambat menjadi lebih cepat sehingga menyebabkan kenaikan suhu. Molekul ini kemudian memindahkan energinya dengan cara bertabrakan dengan molekul yang lebih jauh sepanjang objek tersebut.

Konduksi kalor dari satu titik ke titik yang lain hanya terjadi bila ada perbedaan suhu diantara dua titik. Dari percobaan ditemukan bahwa laju aliran kalor melalui sebuah zat proporsional dengan perbedaan kalor di kedua ujungnya. Laju aliran kalor juga tergantung pada ukuran dan bentuk dari objek. Untuk menginvestigasi hal ini secara kuantitatif mari kita pertimbangkan aliran kalor melalui silinder seragam, seperti yang digambarkan pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Diagram
perpindahan kalor
Sumber. Giancoli, 2005

Ditemukan bahwa secara eksperimental bahwa aliran kalor Q dalam waktu t ditunjukkan dengan hubungan

$$\frac{Q}{t} = kA \frac{T_1 - T_2}{l} \quad (5.4)$$

Dimana A adalah luas penampang melintang dari objek, l adalah jarak antara 2 ujung yang memiliki suhu T_1 dan T_2 dan K adalah konstanta proporsional yang disebut konduktifitas termal, yang merupakan karakteristik material, dari persamaan di atas kita melihat bahwa aliran kalor (dalam satuan J/s) berbanding lurus terhadap luas penampang melintang dan terhadap gradien suhu $\frac{T_2 - T_1}{l}$.

Konduktifitas termal k untuk berbagai zat merupakan besar menghantar kalor secara cepat dan disebut konduktor termal yang baik. Sebagian besar logam masuk dalam bagian ini. Walaupun terdapat variasi besarnya k antar logam. Zat dimana k kecil seperti wool, fiberglass, polyurethane dan bulu angsa, merupakan konduktor kalor yang buruk dan maka itu merupakan isolator termal yang baik.

b. Perpindahan Kalor Secara Konveksi

Walau cairan dan gas secara umum bukan konduktor yang baik, keduanya dapat memindahkan kalor dengan cukup cepat dengan cara konveksi. Konveksi merupakan proses dimana kalor mengalir melalui pergerakan massa molekul dari satu tempat ke tempat yang lain. Sementara konduksi melibatkan molekul yang hanya bergerak dalam jarak yang pendek dan bertabrakan. Konveksi melibatkan pergerakan dari sejumlah besar molekul pada jarak yang besar.

Sebuah tungku udara bertekanan, dimana udara dipanaskan dan kemudian ditiupkan oleh sebuah kipas ke dalam ruangan adalah contoh konveksi paksa. Konveksi alami juga terjadi, dan satu contoh umum adalah bahwa udara panas yang



naik ke atas. Sebagai contoh udara yang berada di atas radiator mengembang pada saat dipanaskan karena densitasnya menurun. Karena densitasnya lebih kecil dari udara di sekitarnya yang lebih dingin, maka melalui gaya apung udara di atas radiator naik dan digantikan dengan udara yang lebih dingin.

Gambar 5.18 Air yang mendidih sebagai konveksi
Sumber. Ewen, D., Schurter, N., & Gundersen, P. E. 2012.

Tubuh manusia menghasilkan sejumlah besar energi termal yang merupakan transformasi dari energi yang didapatkan dari makanan. Energi yang didapatkan dari

makanan ditransformasikan paling banyak sekitar 20% untuk digunakan melakukan usaha, sisanya 80% ditransformasikan kedalam energi termal. Perpindahan kalor dalam tubuh dilakukan secara konveksi oleh darah.

c. Perpindahan Kalor Secara Radiasi

Berbeda dengan perpindahan kalor secara konduksi dan konveksi yang memerlukan medium perantara, perpindahan kalor secara radiasi tidak memerlukan medium perantara. Namun demikian perpindahan kalor secara radiasi sangatlah penting untuk kelangsungan makhluk hidup di bumi, bisa kita lihat ketergantungan makhluk hidup akan cahaya matahari. Suhu permukaan matahari diperkirakan sekitar 6000K sedangkan suhu rata-rata bumi sebesar 300K. Kehangatan yang kita terima berasal dari radiasi matahari.

Radiasi terdiri dari gelombang elektromagnetik, radiasi dari matahari tersebut terdiri dari cahaya tampak dan yang tak tampak, termasuk gelombang infra merah yang mempunyai fungsi utama untuk memanaskan bumi.

Laju radiasi sebuah benda telah diketahui proporsional terhadap pangkat empat dari temperatur dalam satuan kelvin yaitu pada 2000K bila dibandingkan pada suhu 1000K, meradiasikan $2^4 = 16$ kali lebih banyak. Laju radiasi dituliskan dalam persamaan:

$$\frac{Q}{t} = \epsilon \theta A T^4 \quad (5.6)$$

Persamaan diatas juga disebut persamaan Stefan-Boltzmann, dan δ adalah konstanta universal yang disebut konstanta Stefan-Boltzmann yang mempunyai nilai :

$$\delta = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2} \cdot K^4 \quad (5.7)$$

Faktor ϵ , disebut emisivitas, adalah bilangan antara 0 dan 1 yaitu karakteristik dari permukaan material teradiasi. Permukaan yang sangat hitam seperti arang mempunyai emisivitas mendekati 1 dan permukaan logam yang mengkilap mempunyai emisifitas mendekati 0.

4. Penerapan Konsep Kalor

Jika tubuh tidak melepaskan panas, maka suhu tubuh akan meningkat 1 $^{\circ}\text{C}$ setiap jamnya. Panas tubuh dihasilkan dari metabolisme sel. Mengubah energi kimia dari makanan

yang dicerna ke bentuk energi lain, terutama energi panas. Karena proses metabolisme tersebut berlangsung secara terus menerus, walaupun tidak konstan, tubuh harus melepaskan energi panas pada kecepatan tertentu agar tidak terjadi penumpukan panas yang menyebabkan peningkatan suhu, secara keseluruhan panas yang didapat dari metabolisme dan sumber-sumber lain harus setara dengan panas yang dilepas oleh permukaan tubuh.

Tubuh merupakan mesin biologis yang sangat lengkap, untuk menjaga suhu tubuh pencipta menempatkan Hipotalamus yang berfungsi sebagai termostat tubuh. Hipotalamus memonitor suhu tubuh melalui darah yang dipompa ke otak. Informasi lain didapatkan dari reseptor temperatur pada kulit. Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan suhu tubuh sesuai kebutuh yaitu :

- Stimulasi metabolisme, meningkatkan produksi panas
- Vasokonstriksi (penyempitan) pembuluh darah pada kulit, mengurangi pelepasan panas melalui kulit
- Menggigil – Kontraksi Otot rangka untuk memproduksi energi panas

Sebaliknya pelepasan panas dapat terjadi melalui cara-cara berikut :

- Konveksi (juga kadang radiasi dan konduksi) panas terutama permukaan kulit yang terbuka dan tidak terinsulasi
- Vasodilatasi (Pelebaran) pembuluh darah pada kulit meningkatkan pelepasan panas pada kulit
- Peningkatan pengeluaran keringat dari kulit
- Penghebusan udara panas dari paru-paru
- Pembuangan panas melalui feses dan urin

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB VI EKOLOGI



**Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 6

EKOLOGI



Sumber: www.agribisnis-indonesia.com

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya.
2. Memahami pentingnya tanah dan organisme yang hidup dalam tanah untuk keberlanjutan kehidupan.

Ekologi berasal dari bahasa Yunani oikos (rumah atau tempat hidup) dan logos (ilmu). Secara harfiah ekologi merupakan ilmu yang mempelajari organisme dalam tempat hidupnya atau dengan kata lain mempelajari hubungan timbal-balik antara organisme dengan lingkungannya. Ekologi hanya bersifat eksploratif dengan tidak melakukan percobaan, jadi hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam.

Pada saat ini dengan berbagai keperluan dan kepentingan, ekologi berkembang sebagai ilmu yang tidak hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam. Ekologi berkembang menjadi ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi ekosistem (alam), sehingga dapat menganalisis dan memberi jawaban terhadap berbagai kejadian alam. Sebagai contoh ekologi diharapkan dapat memberi jawaban terhadap terjadinya tsunami, banjir, tanah longsor, DBD, pencemaran, efek rumah kaca, kerusakan hutan, dan lain-lain.

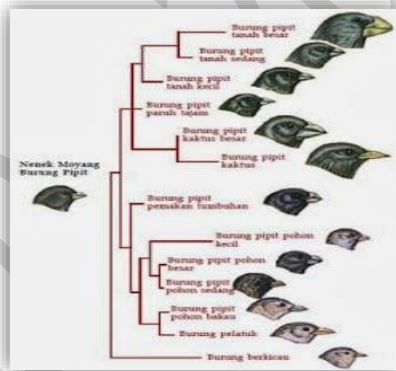
Berdasarkan struktur dan fungsi ekosistem, maka seseorang yang belajar ekologi harus didukung oleh pengetahuan yang komprehensif berbagai ilmu pengetahuan yang relevan

dengan kehidupan seperti: taksonomi, morfologi, fisiologi, matematika, kimia, fisika, agama dan lain-lain. Belajar ekologi tidak hanya mempelajari ekosistem tetapi juga otomatis mempelajari organisme pada tingkatan organisasi yang lebih kecil seperti individu, populasi dan komunitas.

Dari perpaduan harafiah dan berbagai kajian, maka ekologi dapat dikatakan sebagai ilmu yang mempelajari seluruh pola hubungan timbal balik antar makhluk hidup dan juga antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Manusia sebagai makhluk hidup juga menjadi pembahasan dalam kajian ekologi. Ekologi menjadi jembatan antara ilmu alam dengan ilmu sosial.

Ekologi dapat dibagi menjadi autekologi dan sinekologi.

- a. Autekologi membahas sejarah hidup dan pola adaptasi individu-individu organisme terhadap lingkungan.



Gambar 6.1 Pola adaptasi Burung pipit pemakan tumbuhan

Sumber: www.kitapunya.net

- b. Sinekologi membahas golongan atau kumpulan organisme yang berasosiasi bersama sebagai satu kesatuan.



Gambar 6.2 Kumpulan organisme burung
Sumber: www.artikelbiologi.com

Aplikasi ilmu ekologi dengan prinsip-prinsip dasarnya apabila dipergunakan secara benar dan bertanggungjawab sebenarnya dapat memperbaiki segala kerusakan yang telah terjadi dan mencegah terulangnya peristiwa-peristiwa yang sangat tidak diinginkan. Ekologi menganut prinsip keseimbangan dan keharmonisan semua komponen alam. Terjadinya bencana alam seperti tsunami di Aceh, Sumatra Utara, Pangandaran dan terakhir terjadinya banjir pasang di sebagian Jakarta, fenomena angin puting beliung di beberapa tempat di Indonesia dan lain-lain adalah merupakan salah satu contoh keseimbangan dan harmonisasi alam terganggu. Ketika ketimpangan sudah mencapai pada puncaknya maka alam akan mengatur kembali dirinya dalam keseimbangan baru.

Proses menuju keseimbangan baru tersebut sering kali menimbulkan perubahan yang drastis dan dianggap bencana bagi komponen alam yang lain (manusia). Terjadinya ledakan populasi belalang di Lampung, ledakan populasi hama wereng, kutu loncat, tikus, DBD, Flu burung dan lain-lain adalah merupakan salah satu bentuk terjadinya ketidak seimbangan dalam ekosistem dan komponen-komponen alam yang terlibat dalam sistem sedang mengatur strateginya masing-masing untuk menuju kearah keseimbangan baru.

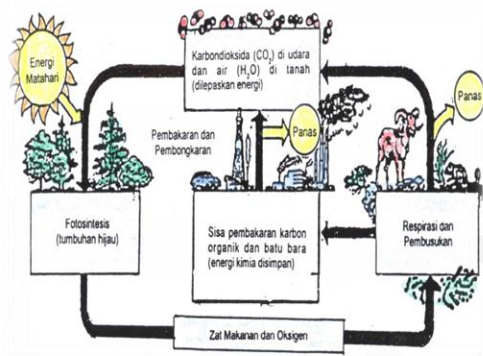
Ekologi memandang makhluk hidup sesuai dengan perannya masing-masing dan memandang individu dalam species menjadi salah satu unsur terkecil di alam. Semua makhluk hidup di alam memiliki peran yang berbeda dalam menyusun keharmonisan irama keseimbangan.

Aplikasi ekologi yang nyata saat ini adalah dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dari semua kegiatan pembangunan dan desain lansekap. Lansekap adalah wajah dan karakter lahan atau tapak bagian dari muka bumi ini dengan segala kegiatan kehidupan dan apa saja yang ada di dalamnya, baik bersifat alami, non alami atau kedua-duanya yang merupakan bagian atau total lingkungan hidup manusia beserta makhluk-makhluk lainnya, sejauh mata memandang, sejauh segenap indera kita dapat menangkap dan sejauh imajinasi kita dapat membayangkannya (Zain Rachman, 1981 dalam Zoer'aini, 2003).

A. Ekosistem

Keseimbangan suatu ekosistem akan terjadi, bila komponen-komponennya dalam jumlah yang berimbang. Komponen-komponen ekosistem mencakup : Faktor Abiotik, Produsen, Konsumen, Detritivora, dan Dekomposer (Pengurai). Di antara komponen-komponen ekosistem terjadi interaksi, saling membutuhkan dan saling memberikan apa yang menjadi sumber penghidupannya. Kita tidak dapat menyangkalnya, bahwa penyokong kehidupan di dunia adalah diciptakannya oleh Allah mula-mula faktor abiotik yang menyokong kehidupan tumbuh-tumbuhan sebagai produsen; kemudian tumbuh-tumbuhan menjadi penyokong kehidupan organisme lainnya (binatang dan manusia) sebagai konsumen maupun detritivora, dan akhirnya dekomposer (bakteri dan jamur) mengembalikan unsur-unsur pembentuk makhluk hidup kembali ke alam lagi menjadi faktor-faktor abiotik, demikian seterusnya terjadilah daur ulang materi dan aliran energi di alam secara seimbang.

Adanya saling ketergantungan antara faktor abiotik dengan faktor biotik, dan hubungan antarkomponen di dalam faktor biotik sendiri, menunjukkan bahwa kehidupan manusia bergantung kepada kehidupan makhluk lainnya maupun kehidupan antar manusia sendiri. Pelajaran ini memberikan petunjuk bahwa manusia tidak bisa menyombongkan diri atau tidak merasa butuh terhadap lainnya, apalagi manusia sebagai insane sosial sehingga tidak sepatasnya manusia yang satu membunuh manusia lainnya. Sebagai manusia adalah tidak berhak mencabut hak orang lain, kecuali kehendak dari Allah.



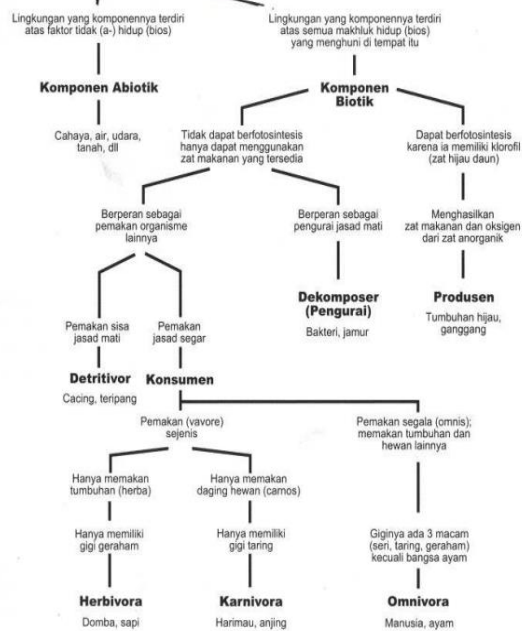
Gambar 6.3 Contoh saling ketergantungan antara faktor abiotik dan biotik
Sumber: www.srdianti.com

Commented [M1]: Gambar mau diganti

Beranekaragam tumbuhan yang menyusun taman kota memberikan dampak positif bagi lingkungan kehidupan kota itu maupun lingkungan lainnya. Belakangan ini diketahui bahwa berbagai tanaman hias dapat menyerap racun yang ada di udara, air, maupun di tanah, seperti tanaman hanjuang (Cordylin), rumput kriminil (Alternantera variegata), balancing, Marantha, Chlorophytum, palem kuning dll. Adapun perbedaan dan status berbagai komponen dan unsur-unsurnya dalam suatu ekosistem dapat dilihat sebagai BDK, seperti yang disajikan pada Gambar 6.4.

Keterlibatan manusia dalam mempengaruhi suatu ekosistem dengan kemajuan ilmu dan teknologi yang tak terkendali bisa menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem itu. Ketidakbijaksanaan manusia melibatkan diri dalam kancah kehidupan suatu ekosistem menimbulkan berbagai bencana alam, seperti : pencemaran lingkungan, kebocoran lapisan ozon yang mengakibatkan kenaikan panas global bumi, erosi dan ladang kritis/tandus, dan berbagai kerugian yang menimpa kehidupan manusia sendiri, karena semakin berkurangnya sumber daya alam dan menurunnya kualitas lingkungan.

EKOSISTEM



Gambar 6.4 Komponen-komponen dalam ekosistem
Sumber: www.ebiologi.com



Gambar 6.7 Contoh adaptasi tingkah laku bunglon
Sumber: kakakpintar.com

a. Hubungan faktor abiotik dan abiotik

Dalam Al-Quran Surat As-Sajadah ayat 27 tersebut di sebutkan bahwa air mempengaruhi keadaan tanah menjadi subur atau tandus. Tanah menjadi subur apabila terdapat cukup air yang berguna untuk menumbuhkan berbagai tumbuh-

tumbuhan, yang mendukung kehidupan suatu organisme lainnya (hewan dan manusia). Keadaan curah hujan adalah menentukan kesuburan suatu lahan pertanian di dunia, air sebagai sumber kehidupan dapat kita kenali diberbagai daerah di dunia, seperti:

Commented [M2]: Apa yang inibisa diganti??

- a. Gurun : daerah yang sangat sedikit curah hujannya, sangat sedikit bentuk-bentuk kehidupan organismenya. Tumbuhan yang bisa tumbuh di daerah ini secara alami adalah jenis kaktus dengan bentuk daunnya yang rudimenter dan batangnya berklorofil.
- b. Hutan Tropis: daerah yang sangat tinggi curah hujannya; di sini sangat banyak ditemukan keanekaragaman tumbuhan yang berdaun lebar guna mengimbangi kadar air tubuhnya.

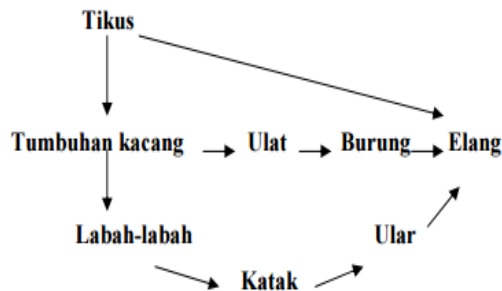
Commented [M3]: Apakah perlu??contoh ini belum memperlihatkan secara jelas hubungan faktor biotik dgn abiotik.JIKA PERLU DIGANTI

b. Hubungan faktor biotik dengan biotik

Kehidupan suatu organisme tidak bisa sendiri-sendiri, tetapi bergantung kepada organisme lainnya, baik untuk kepentingan sumber-sumber penghidupannya atau makanan, perkembangbiakan, maupun sebagai habitat (tempat tinggal). Untuk mendapatkan sumber-sumber penghidupan tersebut, terjadilah interaksi antara organisme yang satu dengan organisme lainnya melalui apa yang disebut "Rantai Makanan" dan "Jaring-Jaring Makanan" di alam, sehingga makhluk hidup bisa mempertahankan kehidupan dan penghidupannya di bumi.

Al-Quran Surat As-Sajadah ayat 27 itupun menggambarkan adanya Rantai Makanan. Contohnya: Tumbuhan kacang Ulat Burung Elang Adapun Jaring-Jaring Makanan, yaitu perluasan dari Rantai Makanan, yang setiap matarantainya bisa bercabang-cabang dan berhubungan satu sama lain hingga membentuk seperti bangun jaring yang memperlihatkan proses makan di antara organisme di alam. Misalnya, dari Rantai Makanan di atas dapat dibuat Jaring-Jaring Makanan secara sederhana sebagai berikut:

Commented [M4]: Sebaiknya diganti



Gambar 6.8 Jaring-Jaring Kehidupan sederhana di Alam

c. Hubungan faktor abiotik dengan biotik

Lingkungan abiotik yang cocok bagi adaptasi dan suksesi suatu organisme disebut Habitat, dan habitat khusus bagi suatu populasi disebut Niche atau Nicchia. Populasi yang sama dapat menempati satu Niche, tetapi populasi yang berbeda tidak bisa menempati satu Niche, karena akan menimbulkan persaingan hidup.

Pada uraian di atas ditunjukkan bahwa faktor abiotik merupakan penyokong kehidupan makhluk hidup, dimulai dari tumbuhan sebagai Produsen, kemudian hewan manusia sebagai Konsumen, maupun organisme lainnya yang berfungsi sebagai Detritivora dan Dekomposer/Pengurai. Tumbuh-tumbuhan sebagai Produsen tampaknya merupakan jenis makanan yang pertama ada untuk jenis organisme lainnya, termasuk oleh manusia.

Hubungan faktor Biotik dengan Biotik terjadi, karena pada dasarnya setiap organisme tidak bisa hidup sendiri, tetapi bergantung kepada lainnya. Adanya ketergantungan antar organisme ini disebabkan oleh kebutuhan hidup, seperti mendapatkan makanan, perkembangbiakannya, tempat tinggal (habitat), dsb.

Contoh lain yang memperlihatkan hubungan faktor abiotik dengan faktor biotik adalah Tumbuhan hijau terutama menyerap cahaya biru dan merah dari spektrum cahaya matahari yang akan dirubah menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat.

B. Tanah sebagai Ekosistem

Tanah bukan semata-mata benda mati. Tanah mengandung suatu bentuk kehidupan khas berupa flora dan fauna, sehingga tanah memiliki ciri-ciri tertentu sebagai benda hidup. Oleh karena tanah tersusun atas komponen abiotik dan biotik maka tanah pada dasarnya merupakan suatu ekosistem.

a. Bahan Organik Tanah

Bahan organik dalam tanah berasal dari proses dekomposisi tumbuhan dan hewan yang telah mati. Bahan organik sangat penting untuk mempertahankan struktur tanah dan kemampuan mempertahankan air. Makin kecil suatu partikel maka akan makin luas permukaan struktur tanah tersebut karena adanya ikatan partikel tanah dengan humus.

Tanah yang mengandung humus akan menjadi gembur, ikatan satu sama lain menjadi longgar dan memiliki daya pengikat air yang cukup besar. Oleh karena itu, humus sangat penting untuk tumbuhan. Tanah yang mengandung humus berwarna coklat tua sampai hitam. Humus terdiri dari berbagai senyawa organik, bersifat koloid, dan mampu mengikat air dengan cukup kuat. Kandungan bahan organik dalam tanah yang terlalu tinggi ataupun rendah tidak baik untuk pertanian. Humus pada umumnya terdiri dari asam phenolat, karboksilat, atau beberapa ester dari asam lemak sehingga kandungan humus dalam tanah akan mempengaruhi pH tanah. Tanah yang baik untuk pertanian hanya mengandung 5-15 % bahan organik. Supaya tanah tetap baik maka komposisi bahan organik harus tetap dipertahankan.

b. Organisme Tanah

Organisme tanah berperan penting dalam mempertahankan struktur tanah dan meningkatkan kesuburan tanah dengan melarutkan/membebaskan mineral-mineral ke dalam tanah. Terdapat beberapa jenis organisme dalam tanah, antara lain: 1. Pemecah bahan organik seperti slaters (spesies Isopoda), tungau, kumbang, dan collembola yang memecah-mecah bahan organik besar menjadi bagian-bagian kecil. 2. Pembusuk bahan organik seperti jamur dan bakteri yang memecahkan bahan-bahan seluler. 3. Organisme yang bersimbiosis hidup pada/di dalam akar tanaman dan membantu tanaman untuk mendapatkan hara dari dalam tanah. Mycorrhiza sp. bersimbiosis dengan tanaman dan membantu tanaman untuk mendapatkan hara posfor, sedangkan Rhizobium sp. membantu tanaman untuk mendapatkan nitrogen. 4. Pengikat hara yang hidup bebas seperti alga dan azotobakter yang mengikat hara di dalam tanah. 5. Pembangun struktur tanah seperti akar tanaman, cacing tanah, ulat-ulat, dan jamur yang membantu mengikat partikel-partikel tanah sehingga struktur tanah menjadi stabil dan tahan terhadap erosi. 6. Patogen seperti jenis jamur tertentu, bakteri, dan nematoda yang dapat menyerang jaringan tanaman. 7. Predator atau pemangsa, termasuk protozoa, nematoda parasit, dan jenis jamur tertentu yang memangsa organisme tanah lain. 8. Organisme tanah yang menggunakan tanah sebagai

tempat tinggal sementara pada tahap siklus hidup tertentu, seperti ulat (larvae) dan telur cacing.

Organisme-organisme yang hidup dalam tanah dapat menguntungkan bagi manusia karena mereka mampu:

- a. Mendaur ulang bahan organik Organisme tanah mendaur ulang bahan organik dengan cara memakan bahan tanaman dan hewan yang mati, kotoran hewan, dan organisme tanah yang lain. Mereka memecah bahan organik menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sehingga dapat dibusukkan oleh jasad renik seperti jamur dan bakteri. Ketika mereka memakan bahan organik, sisa makanan dan kotoran mereka dapat membantu perbaikan struktur dan kesuburan tanah.
- b. Meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman Ketika organisme tanah memakan bahan organik atau makanan yang lain, sebagian hara yang tersedia disimpan didalam tubuh mereka dan hara yang tidak diperlukan, dikeluarkan didalam kotoran mereka (sebagai contoh, phosphor dan nitrogen). Hara di dalam kotoran organisme tanah ini dapat diserap oleh akar tanaman. Sebagian organisme tanah membina hubungan simbiosis dengan akar tanaman dan dapat membantu akar tanaman menyerap lebih banyak unsur hara dibandingkan kalau tidak ada kerjasama dengan organisme tanah. Sebagai contoh adalah mycorrhiza, yang membantu tanaman untuk menyerap lebih banyak fosfor, sedangkan rhizobia membantu tanaman untuk menyerap lebih banyak nitrogen.

- c. Memperbaiki struktur tanah Bahan sekresi dari organisme tanah dapat mengikat partikel-partikel tanah menjadi agregat yang lebih besar. Contohnya, bakteri mengeluarkan kotoran yang berbentuk dan bersifat seperti perekat. Jamur-jamuran memproduksi bahan berupa benang-benang halus yang disebut hifa. Zat perekat dari bakteri dan hifa jamur dapat mengikat partikel-partikel tanah secara kuat sehingga agregat tanah yang besar pun tidak mudah pecah walaupun basah. Agregat tanah yang besar tersebut dapat menyimpan air tanah dalam pori-pori halus di antara partikel-partikel tanah untuk digunakan oleh tanaman. Dalam keadaan air berlebihan, air dapat dengan mudah mengalir keluar melalui pori-pori besar diantara agregat-agregat tanah yang besar. Organisme tanah yang lebih besar dapat memperbaiki struktur tanah dengan cara membuat saluran-saluran di dalam tanah (contohnya lubang cacing) dan membantu mengaduk-aduk dan mencampur baurkan partikel-partikel tanah sehingga aerasi (aliran udara) tanah menjadi lebih baik. Pembuatan saluran-saluran dan lubang-lubang ini memperbaiki infiltrasi dan pergerakan air di dalam tanah serta drainase.
- d. Mengendalikan serangan hama dan penyakit Organisme tanah yang memakan organisme lain yang lebih kecil dapat menekan serangan hama penyakit dengan cara mengontrol jenis dan jumlah organisme di dalam tanah.

C. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya

1. Berbagai bentuk interaksi organisme dibagi menjadi:
 - a. Rantai Makanan (*Food Chain*), adalah peristiwa makan dan dimakan yang membentuk rangkaian lurus dan tak bercabang. Contoh rantai makanan di darat: rumput-ulat-burung-ular. Contoh rantai makanan di perairan: fitoplankton, -zooplankton-ikan kecil-ikan besar.
 - a. Jaring- Jaring-jaring Makanan (*Food Web*) adalah kumpulan rantai yang saling berhubungan antara satu dengan yang lain membentuk jaring-jaring yang rumit.

- b. Piramida Makanan adalah komposisi rantai makanan yang makin ke atas jumlahnya makin kecil.

2. Simbiosis

- a. Simboisis Mutualisme: simbiosis yang keduanya saling menguntungkan. Contoh: Kerbau/badak dengan burung jalak; Lebah/ kupu-kupu dengan tanaman bunga. akar tanaman polong-polongan dengan bakteri *Rhizobium radicola*.
- b. Simbiosis Komensalisme: simbiosis yang satu untung sedang yang lain tidak dirugikan, Contoh: ikan hiu dengan ikan remora; tanaman anggrek dengan tanaman mangga; tanaman paku sarang burung dengan tanaman sawo.
- c. Simbiosis Parasitisme: simbiosis yang satu untung sedang yang lain dirugikan. Contoh: kutu kepala dengan kulit kepala manusia, jamur panu dengan kulit manusia, tanaman tali putri dengan tanaman beluntas.

3. Autotrof dan Heterotrof

Autotrof adalah organisme yang dapat membuat makanan sendiri (berfotosintesis). Organisme yang termasuk kelompok ini, misalnya tumbuhan hijau, alga (ganggang), lumut, tumbuhan paku dan sebagian bakteri dan di alam bertindak sebagai produsen. Heterotrof adalah organisme yang tidak dapat membuat makan sendiri.

- a. Herbivora adalah hewan pemakan tumbuhan, contoh: sapi, kambing, kuda, kerbau.
- b. Karnivora adalah hewan pemakan daging, contoh: harimau, anjing, kucing, dan elang.
- c. Omnivora adalah organisme pemakan tumbuhan dan hewan, contoh: manusia, gorilla, simpanse, dan ayam.
- d. Dekomposer (pengurai) adalah organisme yang berperan mengurai makhluk hidup yang telah mati, contoh: fungi (jamur) dan bakteri.

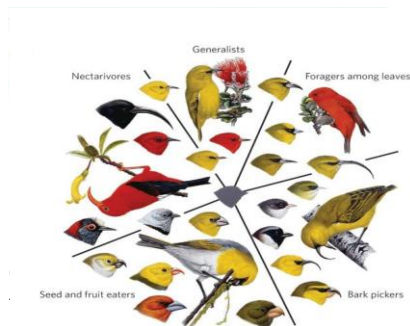
D. Adaptasi

Makhluk hidup untuk bisa bertahan hidup akibat perubahan lingkungan dapat melakukan adaptasi dan lingkungan. Faktor abiotik sangat menentukan dalam sebaran dan kepadatan organisme dalam suatu daerah. Hal ini berkaitan erat dengan masalah adaptasi

dan suksesi organisme terhadap faktor-faktor lingkungannya. Adaptasi adalah suatu kemampuan makhluk hidup menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungannya; bisa melalui adaptasi morfologi, fisiologi dan adaptasi perilaku dari organisme yang berada dalam lingkungan yang ditempatinya. Adaptasi : (L. adaptare = menyesuaikan kepada, mencocokkan diri) Suatu proses menyesuaikan diri organisme terhadap lingkungannya, mencakup tiga jenis, yaitu:

a. Adaptasi Morfologis

Suatu jenis adaptasi menyangkut perubahan bentuk struktur tubuhnya disesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Misalnya: Ikan bergerak dengan sirip, karena alat gerak yang cocok untuk hidup di perairan adalah sirip, sedangkan hewan yang hidupnya di darat bergerak dengan kaki-kakinya. Pada golongan tumbuhan yang hidupnya di rawa pantai, ia memiliki buah/biji yang sudah berakar sebelum jatuh ke lumpur pantai agar dapat terus tumbuh di lingkungan tersebut, seperti golongan *Rhizophora* (tumbuhan bakau). Contoh lain adalah: 1) adaptasi pada morfologi paruh burung yang disesuaikan dengan jenis makanannya (Gambar 6.5), 2) Bentuk kaki burung sesuai dengan cara hidupnya., 3) tipe mulut serangga sesuai dengan cara hidupnya, 4) bentuk gigi pada omnivore, herbivora, dan karnivora sesuai dengan jenis makannya



Gambar 6.5 Contoh adaptasi morfologis pada burung

Sumber: www.frewaremini.com

b. Adaptasi Fisiologis

Suatu jenis adaptasi menyangkut perubahan kerja faal organ tubuh disesuaikan dengan lingkungan hidupnya.

Misalnya, golongan Amphibia semasa larva

yang hidup di air bernapas dengan insang, sedangkan setelah dewasa hidup di darat

bernapas dengan paru-paru. Pada tumbuhan adaptasi fisiologi ditunjukkan oleh luas permukaan daun-daunnya sehubungan dengan lingkungan hidupnya, seperti: tumbuhan serofit (hidup di gurun/ daerah kering, seperti kaktus) memiliki daun-daunnya serupa duri atau sempit saja, sedangkan tumbuhan hidrofit (hidup di air, seperti eceng gondok) memiliki daun-daunnya berukuran lebar-lebar dan batangnya berongga untuk mengimbangi kadar air tubuhnya dengan masalah penguapan yang terjadi. Adaptasi fisiologi juga tergambar pada ikan air tawar dan ikan air laut yang dilakukan untuk menjaga keseimbangan konsentrasi ion dalam tubuhnya (Gambar. 6.6)

c. Adaptasi Perilaku

Suatu jenis penyesuaian diri pada makhluk hidup yang ditunjukkan oleh perilakunya disebabkan oleh faktor lingkungan. Contohnya, perubahan warna tubuh bunglon terhadap warna lingkungan di mana ia berada; bunglon berwarna hijau, jika berada di daun-daunan, dan ia berwarna hitam keabu-abuan jika berada di tanah (Gambar 6.7). Contoh lainnya, lumba-lumba memiliki kebiasaan meloncat-loncat di atas permukaan air untuk menghirup udara, karena bernapas menggunakan paru-paru. Contoh lain pada tumbuhan yang melakukan adaptasi perilaku adalah pohon jati dan pohon kedondong. Keduanya akan menggugurkan daunnya saat musim kemarau untuk meminimalkan laju transpirasi (penguapan). Keladi meneteskan air untuk mengurangi kelebihan air.

Contoh Soal 1:

Hubungan yang terjadi pada hewan beruang yang memangsa ikan salmon pada gambar sebagai makanannya disebut hubungan



Pembahasan

Predasi adalah hubungan antara pemangsa (predator) dan mangsanya (Prey). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tidak dapat hidup. meskipun pemangsa untung yang dimangsa rugi namun tetap bukan hubungan parasitisme karena pada parasitisme keduanya dalam satu tubuh sedangkan predasi hubungan keduanya terpisah tubuhnya.

Contoh Soal 2

Komponen ekosistem ini memungkinkan daur materi dapat berlangsung. Setiap proses penguraian yang dilakukannya bisa mengakibatkan berbagai perubahan baik secara kimia maupun fisika. Salah satunya keberadaan komponen ekosistem ini memperlancar daur fosfor dan daur nitrogen. Berdasarkan uraian diatas komponen ekosistem yang dimaksud adalah

Pembahasan

Jasad renik (dekomposer) merupakan komponen ekosistem yang berperan dalam adanya daur materi. Dekomposer berfungsi sebagai pengurai bahan – bahan organik menjadi bahan – bahan yang anorganik sehingga dapat masuk kedalam daur materi. Dan di dalam daur nitrogen dan daur fosfor dekomposer dilibatkan.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB 7

GERAK PADA BENDA DAN MAKHLUK HIDUP



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 7

GERAK PADA MAKHLUK HIDUP DAN TAK HIDUP



Sumber: www.zonasiswa.com

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari
2. Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dan hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia.
3. Memahami Gerak Pada Makhluk Hidup

A. Gerak Pada Benda

1. Gaya

Gaya (*force*) sebagai suatu bentuk dorongan atau tarikan pada benda. Contohnya ketika mesin motor mengangkat lift, atau martil menghantam paku, atau angin meniup dedaunan yang ada di pohon, maka gaya sedang dikerahkan.



Gambar 7.1 Salah satu contoh gaya yang bekerja.
(Sumber: seindah-akhlak-islam.blogspot.com)

Jika sebuah benda dalam keadaan diam, untuk membuatnya mulai bergerak diperlukan gaya, artinya suatu gaya dibutuhkan untuk mempercepat sebuah benda dari kecepatan nol ke kecepatan bukan nol. Untuk sebuah benda yang sudah bergerak, jika kita ingin mengubah kecepatannya baik arah maupun magnitudonya lagi-lagi diperlukan gaya.

2. Hukum Newton Tentang Gerak

a. Hukum I Newton

Hukum I : Setiap benda akan terus dalam keadaan diam, atau terus bergerak lurus dengan kecepatan seragam kecuali jika ada gaya neto yang bekerja padanya.

$$\Sigma F = 0$$

Hukum I Newton juga dikenal dengan hukum kelembaman karena sifat dari sebuah benda yang cenderung mempertahankan keadaan diamnya, atau kecepatan seragamnya di sepanjang garis yang lurus. Arah gerakan benda akan sama dengan arah gaya yang diberikan sehinggagaya digambarkan sebagai suatu besaran vektor. Besar dan arah gaya dapat digambarkan dengan suatu panah.

Aplikasi dari hukum I Newton ini adalah Anda akan terdorong ke depan ketika mobil yang sedang dikendarai berhenti mendadak. Mobil berhenti tetapi badan tetap bergerak searah dengan mobil. Hal ini yang menyebabkan banyak orang cedera leher serius karena kepala tidak tertahan dan terlempar ke depan dan ke belakang dengan cepat. Oleh karena itu pabrik mobil sudah memperkenalkan kantung udara untuk memberikan tahanan tambahan saat terjadi tabrakan.

b. Hukum II Newton

Pada hukum I Newton diketahui bahwa jika tidak ada gaya neto yang bekerja pada sebuah bendayang diam, maka benda itu akan terus diam atau jika benda itu sedang bergerak maka akan terus bergerak dengan kelajuan konstan. Lalu bagaimana jika pada sebuah benda dikerahkan sebuah gaya neto untuk membuat benda itu bergerak? Gaya neto yang dikerahkan pada sebuah benda akan menyebabkan benda mengalami pertambahan

kecepatan. Pertambahan kecepatan secara terarur disebut dengan percepatan. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa gaya neto menyebabkan percepatan. Bagaimana hubungan antara gaya dengan percepatan?

Bayangkan Anda sedang mendorong sebuah meja. Ketika Anda menambah gaya dorong Anda pada meja apakah meja akan bergerak lebih cepat? Jawabannya tentu ya. Hal ini menunjukkan bahwa gaya dan percepatan memiliki hubungan yaitu berbanding lurus. Lalu bagaimana jika Anda memberikan besar gaya dorong yang sama pada meja kecil dan meja besar, apakah pergerakan kedua meja tersebut akan sama? Jawabannya tentu tidak. Meja yang lebih besar akan bergerak lebih lambat dibandingkan meja kecil. Faktor yang mempengaruhi kejadian ini adalah massa benda. Fakta-fakta tersebut dikenal dengan Hukum II Newton.

Hukum II : Percepatan Sebuah Benda berbanding lurus dengan gaya neto yang bekerja padanya, dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan adalah searah dengan gaya neto yang bekerja pada benda.

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

Dalam satuan SI, massa dinyatakan dalam kilogram, percepatan dalam m/s^2 , dan gaya dinyatakan dalam newton (N). satu newton adalah gaya yang diperlukan untuk menimbulkan percepatan sebesar 1 m/s^2 , pada benda bermassa 1 kg.

c. Hukum III Newton

Gaya yang dikerahkan pada benda apapun selalu dikerahkan oleh benda lainnya. Setiap ada aksi maka akan ada reaksi. Ini dikenal dengan hukum III Newton.

Hukum III : Bila sebuah benda mengerahkan gaya pada benda kedua, benda kedua ini akan mengerahkan gaya yang sama besarnya namun berlawanan arah pada benda pertama.

$$\mathbf{F}_{\text{aksi}} = - \mathbf{F}_{\text{reaksi}}$$

Contoh Soal 1

Seorang pria bermassa 80 kg berdiri di atas timbangan yang diikatkan pada lantai sebuah elevator, seperti pada gambar di samping. Berapakah skala yang terbaca pada timbangan jika elevator dipercepat (a) ke atas dan (b) ke bawah

PLPG 2017

B

Berdasarkan nilai tersebut maka dapat dikatakan bahwa berat semu orang tersebut ketika elevator bergerak ke atas akan menunjukkan skala/nilai yang lebih besar dari nilai sebenarnya (w).

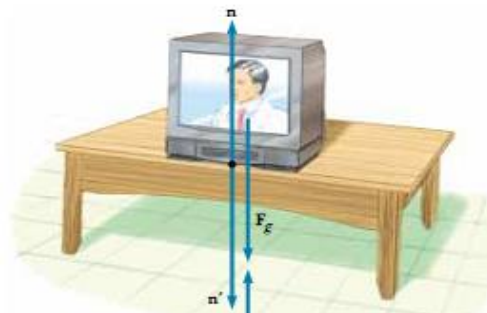
3. Gaya Gravitasi dan Gaya Gesek

a. Gaya Gravitasi

Semua benda yang jatuh dekat dengan permukaan bumi maka benda tersebut akan bergerak jatuh dengan percepatan yang sama yaitu percepatan gravitasi g . Gaya yang menyebabkan percepatan ini disebut gaya gravitasi. Yang mengarahkan gaya gravitasi ini adalah bumi. Gaya gravitasi dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_g = mg$$

Arah gaya menuju ke pusat bumi. Besar gaya gravitasi sering disebut dengan berat benda tersebut. Nilai g adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Untuk sebuah benda yang diam di atas sebuah meja, meja mengarahkan gaya ini ke atas. Meja tertekan di bawah benda dan karena elastisitasnya meja mendorong benda ke arah atas. Gaya yang dikerahkan pada meja disebut dengan gaya kontak. Bila sebuah gaya kontak yang bekerja adalah tegak lurus terhadap permukaan di mana persentuhan terjadi maka gaya ini adalah gaya normal.



Gambar 7.2 Ketika sebuah benda dalam hal ini televisi berada dalam keadaan diam di atas meja, gaya aksi pada TV adalah normal dan gaya gravitasi F_g . reaksi terhadap n adalah gaya n' dari TV terhadap meja. Reaksi terhadap F_g adalah gaya F_g' dari TV terhadap bumi. (Sumber: Halliday & Resnick, 2009)

b. Gaya Gesek

Bisakah Anda berjalan di lantai yang licin? Jawabannya tidak bisa. Nah lalu *Apa yang membuat Anda dapat berjalan di lantai atau berdiri tegak di atas lantai?* Faktor utama yang membuat kita bisa berjalan di atas lantai atau berdiri di atas lantai adalah karena adanya suatu *gesekan*. Arah gesekan selalu berlawanan dengan arah gaya yang bekerja, misalnya kita berjalan maju maka gaya gesek antara alas kaki dengan lantai mengarah ke belakang. Besarnya gaya gesek dipengaruhi oleh jenis permukaan bidang sentuh. Apakah bidang tersebut kasar atau licin akan sangat mempengaruhi besar gaya gesek. Semakin kasar, maka gaya gesek akan semakin besar.

Gaya gesek sendiri terbagi dua yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Ketika Anda berjalan, maka terjadi gaya gesek antara sandal/sepatu Anda dengan lantai, gaya gesek yang berkerja pada saat itu adalah gaya gesek statis. Namun, ketika Anda terpeleset, maka terjadi gaya gesek kinetik antara sandal Anda dengan lantai.

Gaya gesek statis $F_s = \mu_s F_N$

Gaya Gesek Kinetis $F_k = \mu_k F_N$

Dimana F_s adalah gaya gesek statis, μ_s koefisien gesek statis, F_N adalah gaya normal, μ_k adalah koefisien gesek kinetis.

Gesekan sangat banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Ketika dua benda bersentuhan, maka akan terjadi gesekan. Sebuah benda yang jatuh bebas di udara seperti kelapa yang jatuh juga memiliki gaya gesek antara kelapa dan udara. Hanya saja gesekan ini terabaikan karena nilainya kecil dibandingkan dengan gaya tarik bumi. Ada beberapa keadaan dimana gaya gesek sangat diperrhitungkan, misalnya gesekan pada mesin. Untuk

mengurangi gaya gesek, mesin akan diolesi minyak atau oli sehingga menjadi licin. Contoh lain adalah bank kendaraan yang permukaannya sengaja dibuat lebih kasar. Jika permukaan ban gundul, maka kendaraan akan lebih mudah tergelincir. Situasi ini akan diperparah ketika turun hujan karena jalan juga menjadi lebih licin. Anda perlu memeriksa ban kendaraan Anda apakah masih layak atau harus diganti tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.

Contoh Soal 2

Sebuah kotak meluncur sepanjang sebuah lantai horizontal dengan kelajuan awal 2,5 m/s. Kotak berhenti setelah meluncur 1,4 m. Carilah koefisien gesek kinetic dari kotak tersebut.

Solusi

Gaya gesek dapat dihitung sebagai berikut

$$f = -\mu_k F_n = -\mu_k mg$$

$$a = \frac{f}{m} = -\mu_k g$$

$$\mu_k = -a/g \quad (\text{dimana } a \text{ diperoleh dari } a = -\frac{v_0^2}{2 \Delta x} = -\frac{2,5^2}{2 (1,4)} = -2,23 \text{ m/s}^2)$$

$$\mu_k = \frac{(-2,23)}{9,8} = 0,228$$

maka koefisien gesek kinetik kotak tersebut adalah 0,228

4. Tekanan Pada Fluida

Bila sebuah benda tercelup pada suatu zat cair maka benda tersebut akan mendapatkan gaya di setiap titik pada permukaan benda tersebut. Peristiwa ini merupakan definisi dari tekanan yaitu gaya per satuan luas.

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

Dimana P adalah tekanan, F adalah gaya, dan A adalah luas permukaan. Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi atau lebih sering dikenal dengan satuan pascal (Pa). Beberapa satuan lain dari tekanan adalah atm.

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa.}$$

Tekanan dipengaruhi oleh ketinggian atau kedalaman. Ketika Anda menyelam di air laut, Anda akan merasakan tekanan pada telinga yang semakin besar ketika Anda menyelam lebih dalam. Sama halnya dengan ketinggian ketika Anda berada dalam pesawat terbang, Anda kan merasakan sakit pada telinga ketika pesawat sedang mengudara.

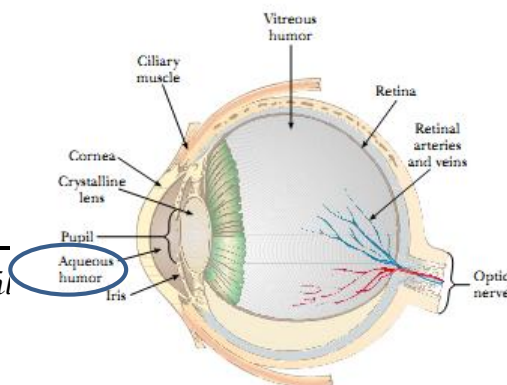
Udara yang terdapat pada atmosfer bumi akan semakin renggang berdasarkan ketinggian yang bermil-mil. Tekanan berdasarkan ketinggian ini disebut dengan tekanan atmosfer. Normalnya, manusia tidak bisa merasakan tekanan atmosfer Karena tekanan di dalam tubuh manusia hampir sama dengan tekanan di luar tubuh. Persamaan untuk tekanan atmosfer adalah sebagai berikut

$$P_{at} = pgh$$

Dimana P_{at} adalah tekanan atmosfer, p adalah massa jenis, g adalah percepatan gravitasi, dan h adalah ketinggian/kedalaman.

5. Hukum Pascal

Hukum Pascal menyatakan bahwa pada cairan di ruang tertutup, tekanan tersebar ke segala arah dan setiap perubahan tekanan akan diteruskan tanpa berkurang di setiap titik dalam fluida dan ke dinding wadah. Berbagai rongga tubuh mengandung fluida, seperti mata.



Gambar 7.3 Diagram Penampang mata
Sumber: Halliday & Resnick, 2009

Fluida dalam mata melindungi retina tetapi jika kornea mendapat tekanan yang keras, maka tekanan ini akan diteruskan ke bagian dalam mata dan retina serta saraf optik. Glaukoma merupakan suatu keadaan dimana terjadi peningkatan tekanan dalam mata karena akumulasi fluida akibat drainase cairan aqueous (*aqueous humour*) terganggu. Jika tidak ditangani, tekanan yang meningkat ini akan menekan retina dan saraf optik sehingga menyebabkan kebutaan jika tidak ditangani.

Sebuah terapan sederhana dari hukum Pascal adalah dongkrak hidrolik. Bila gaya F_1 diberikan pada pengisap yang lebih kecil, tekanan dalam cairan bertambah dengan F_1/A_1 . Tekanan yang terdapat pada pengisap kecil sama dengan tekanan yang ada pada pengisap besar. Persamaan umum untuk hukum Pascal adalah sebagai berikut.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

6. Hukum Archimedes

Pernahkan Anda mencoba membandingkan berat benda ketika diangkat di udara dan ketika diangkat di dalam air? Atau pernahkan Anda menimba air di sumur? Ketika masih dalam air berat timba lebih ringan dibandingkan timba ketika sudah melewati permukaan air sumur. Nah apa yang menyebabkan benda lebih ringan ketika berada dalam air? Ketika berada dalam air benda mendapat gaya ke atas yang disebut dengan gaya apung. Gaya ini bergantung pada kerapatan fluida dan volume fluida. Ini dikenal dengan Hukum Archimedes.

Hukum Archimedes menyatakan bahwa sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan dorongan ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan.

$$\text{Massa jenis} = \frac{\text{berat benda di udara}}{\text{berat yang hilang jika tenggelam di air}}$$

Contoh Soal 3

Massa jenis emas adalah 19,3. Jika mahkota dibuat dari emas murni beratnya 8 N di udara, berapakah beratnya bila mahkota ini ditimbang pada saat tenggelam di air?

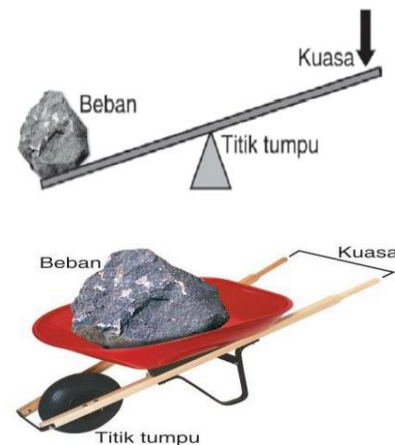
7. Pesawat Sederhana

Jika kamu melakukan gerakan, maka kamu akan melibatkan kerja rangka dan otot. Kerja rangka dan otot, digunakan sebagai prinsip kerja pesawat sederhana. Pesawat sederhana adalah peralatan yang dapat dipakai untuk memudahkan usaha atau kerja. Dalam proses penerapan pesawat sederhana tentunya dipengaruhi oleh gaya. Berdasarkan prinsip kerjanya, pesawat sederhana ada empat kelompok yaitu : tuas (pengungkit), katrol, bidang miring, dan roda gigi (gear).

a. Pengungkit

Pengungkit atau disebut juga tuas merupakan pesawat sederhana yang paling sederhana. Pengungkit ini terdiri dari sebuah batang kaku (misalnya logam, kayu, atau batang bambu) yang berotasi di sekitar titik tetap yang dinamakan titik tumpu. Selain titik tumpu yang menjadi tumpuan bagi pengungkit, ada dua titik lain pada pengungkit, yaitu titik beban dan titik kuasa.

Titik beban merupakan titik dimana kita meletakkan atau menempatkan beban yang hendak diangkat atau dipindahkan, sedangkan titik kuasa merupakan titik dimana gaya kuasa diberikan untuk mengangkan atau memindahkan beban.



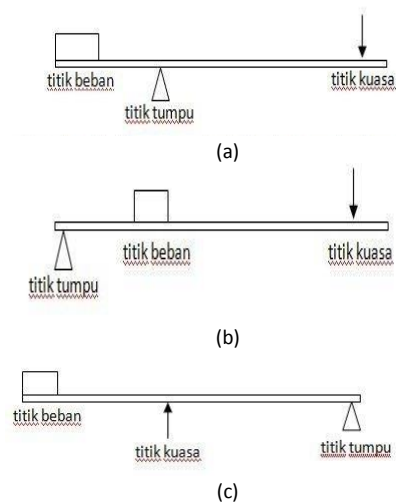
Gambar 7.4 Pengungkit
Sumber: pustakafisika.wordpress.com

Berdasarkan posisi ketiga titik (titik tumpu, titik beban, dan titik kuasa) tersebut, pengungkit dapat dibedakan jenisnya menjadi tiga tipe atau tiga kelas, yaitu pengungkit jenis pertama, pengungkit jenis kedua, dan pengungkit jenis ketiga.

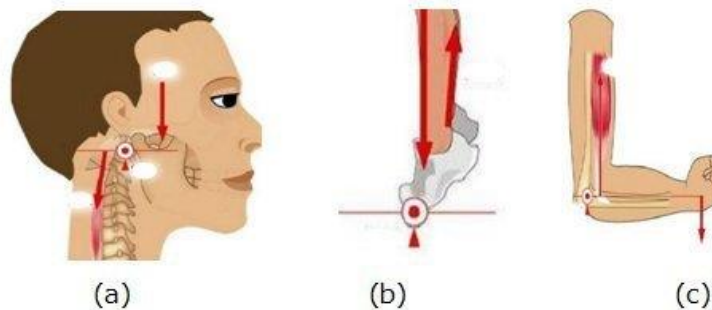
Pengungkit jenis pertama, letak titik tumpu pengungkit jenis ini berada di antara titik beban dan titik kuasa. Contoh pengungkit jenis pertama, yaitu menggeser batu dengan pengungkit, tang dan gunting. Pada pengungkit jenis kedua, titik beban berada di antara titik tumpu dan titik kuasa.

Contohnya, pembuka tutup botol dan gerobak dorong. Pada tuas jenis ketiga, titik kuasa berada di antara titik tumpu dan titik beban. Pengungkit jenis ketiga dijumpai pada mengambil tanah dengan sekop, staples, penjepit kue dan pinset.

Perlu kalian ketahui, bahwa ternyata setiap rangka kita dalam aktivitas tubuh kita mengandalkan prinsip kerja tuas. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 7.6.



Gambar 7.5 (a) Pengungkit jenis pertama, (b) pengungkit jenis kedua, (c) pengungkit jenis ketiga
Sumber: <https://prodiipa.files.wordpress.com>



Gambar 7.6 Pengungkit dalam tubuh
(Sumber: <https://prodiipafiles.wordpress.com>)

Pertama ada di kepala antara tengkorak dan tulang leher, Gambar 7.6 (a) merupakan pengungkit jenis pertama yang terdapat pada tengkorak dan tulang leher. Karena, kalau dirasakan leher sebagai kuasa yang membuat beban dalam hal ini tulang di daerah muka terangkat dan porosnya (titik tumpu) ada ditengah hal itu juga yang menyebabkan leher sering pegal-pegal.

Kedua adalah telapak kaki, tanpa sadar ternyata bagian telapak kaki juga memiliki keunikan. Pada saat berjinjit seperti pada Gambar 7.6 (b) menyebabkan ujung telapak kaki menjadi titik tumpu bagi anggota badan, kemudian pangkal telapak kaki menjadi sedikit tegang karena disitulah kuasa yang diberikan, dan beban berada ditengah-tengah telapak kaki. Telapak kaki pada saat berjinjit merupakan jenis pengungkit kedua.

Ketiga adalah lengan mengangkat beban, seperti pada Gambar 7.6 (c) jenis pengungkit ini paling banyak ditemui di anggota tubuh, yaitu jenis pengungkit ketiga. Contohnya saat mengangkat suatu benda dengan menggunakan tangan, maka tangan yang memegang beban menjadi titik beban, lengan menjadi kuasa, dan siku menjadi titik tumpu.

Semakin jauh jarak kuasa dari titik tumpu, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan/mengangkat sebuah beban. Demikian pula semakin dekat beban dari titik tumpu, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan. Secara matematis, hubungan gaya kuasa, gaya berat beban, lengan kuasa, dan lengan beban dinyatakan oleh persamaan:

$$F_b \times L_b = F_k \times L_k$$

dengan:

F_b = gaya berat beban yang akan diangkat (satuanannya *newton*)

F_k = gaya kuasa yang diberikan (satuanannya *newton*)

L_k = panjang lengan kuasa/jarak antara titik kuasa dan titik tumpu (satuanannya *meter*)

L_b = panjang lengan beban/jarak antara titik beban dan titik tumpu (satuanannya *meter*)

Besar keuntungan mekanis (KM) pada pengungkit merupakan perbandingan antara berat beban (B) dan gaya kuasa (F) atau perbandingan antara lengan kuasa (L_k) dan lengan beban (L_b).

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{L_k}{L_b}$$

b. Katrol

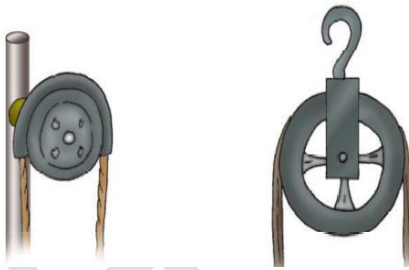
Katrol merupakan pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah roda atau piringan beralur dan tali atau kabel yang mengelilingi alur roda atau piringan tersebut. Ditinjau dari cara

kerjanya, katrol merupakan jenis pengungkit, karena pada katrol juga terdapat titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban.

Pemanfaatan katrol dalam kehidupan sehari-hari cukup beragam, misalnya untuk mengangkat benda-benda, mengambil air dari sumur, mengibarkan bendera, hingga mengangkat kotak peti kemas. Berdasarkan susunan tali dan rodanya, katrol dibedakan menjadi katrol tetap, katrol bebas, dan katrol majemuk.

1) Katrol Tetap

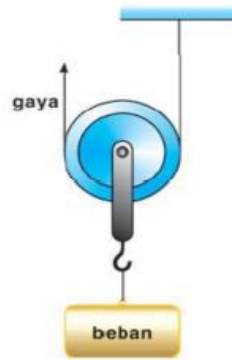
Katrol tetap merupakan katrol yang posisinya tidak berubah ketika digunakan. Biasanya posisi katrolnya terikat pada satu tempat tertentu. Titik tumpu sebuah katrol tetap terletak pada sumbu katrolnya. Contoh pemanfaatan katrol tetap adalah pada alat penimba air sumur dan katrol pada tiang bendera. Gambar 7.7 memperlihatkan suatu katrol tetap.



Gambar 7.7 Katrol tetap: pada tiang bendera (*kiri*) dan sumur timba (*kanan*)
(Sumber: <http://kulozen.blogspot.co.id/p/media-2-dimensi>)

2) Katrol Bebas

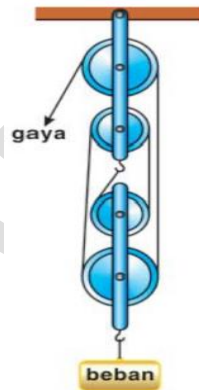
Katrol bebas merupakan katrol yang posisi atau kedudukannya berubah ketika digunakan. Artinya, katrol bebas tidak ditempatkan di tempat tertentu, melainkan ditempatkan pada tali yang kedudukannya dapat berubah. Contoh pemanfaatan katrol bebas adalah pada alat pengangkat peti kemas. Gambar 7.8 memperlihatkan suatu katrol bebas.



Gambar 7.8 Katrol bebas
(Sumber: <http://brosibox.blogspot.co.id/2012/11/>)

3) Katrol Majemuk atau Sistem Katrol

Katrol majemuk merupakan perpaduan antara katrol tetap dan katrol bebas. Kedua katrol ini dihubungkan dengan tali. Pada katrol majemuk, beban dikaitkan pada katrol bebas dan salah satu ujung tali dikaitkan pada penampang katrol tetap. Bila ujung tali yang lain ditarik, maka beban akan terangkat. Gambar 7.9 memperlihatkan sebuah katrol majemuk.

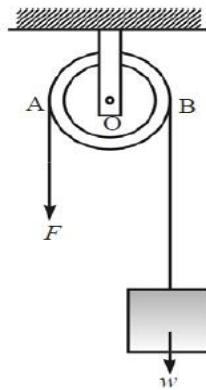


Gambar 7.9 Katrol majemuk
(Sumber: <http://brosibox.blogspot.co.id/2012/11/>)

4) Keuntungan mekanis pada katrol tetap

Pada katrol tetap (Gambar 7.10) hanya terdapat satu penggal tali yang menahan beban, sehingga besar gaya kuasa (F_k) untuk menarik beban sama dengan gaya berat beban (F_b), atau

$$F_b = F_k, \text{ sehingga keuntungan mekanis untuk katrol tetap adalah: } KM = \frac{F_b}{F_k} = 1$$

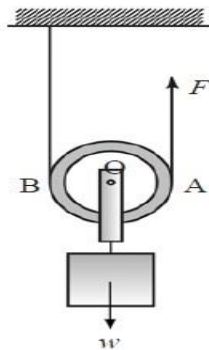


Gambar 7.10 Keuntungan mekanis pada katrol tetap
(Sumber: <http://fisikazone.com>)

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol tetap adalah 1 (satu), artinya bahwa pada katrol tetap gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban sama dengan gaya berat beban itu sendiri. Penggunaan satu katrol tetap hanya mengubah arah gaya kuasa, sehingga keuntungan yang diperoleh adalah memudahkan pengangkatan beban saja.

5) Keuntungan mekanis pada katrol bebas

Pada katrol bebas (Gambar 7.11) beban yang akan diangkat digantungkan pada poros katrol dan beban serta katrolnya ditopang oleh dua penggal tali pada masing-masing sisi katrol, sehingga gaya berat beban (F_b) ditopang oleh gaya kuasa (F_k) pada dua penggal tali, atau $F_b = 2 F_k$, sehingga keuntungan mekanis untuk katrol bebas adalah $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$

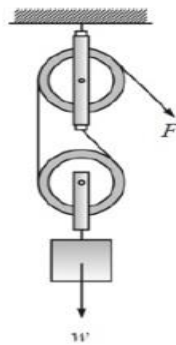


Gambar 7.11 Keuntungan mekanis pada katrol bebas
(Sumber: <http://fisikazone.com>)

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol bebas adalah 2 (dua), artinya bahwa untuk mengangkat beban menggunakan katrol bebas hanya diperlukan $\frac{1}{2}$ gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut bila tanpa menggunakan katrol. Penggunaan katrol bebas berfungsi untuk melipatgandakan gaya.

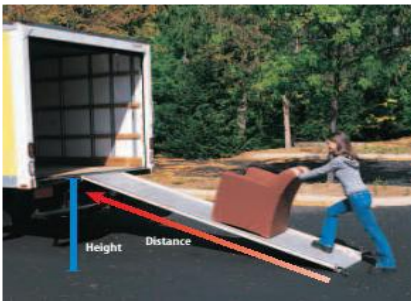
6) Keuntungan mekanis pada katrol majemuk atau sistem katrol

Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bergerak. Katrol majemuk sering disebut juga sistem katrol. Pada sistem katrol, keuntungan mekanis ditentukan oleh berapa banyak penggal tali penyangganya. Misalnya, sistem katrol yang terdiri dari satu katrol tetap dan satu katrol bebas (Gambar 7.12). Beban pada sistem katrol ini ditopang oleh dua penggal tali (hampir sama dengan katrol bebas), atau $F_b = 2 F_k$ sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan adalah 2 (dua), atau $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$

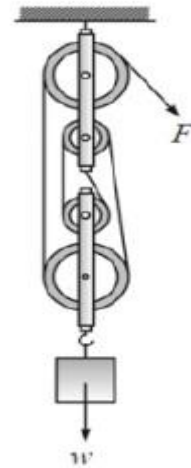


Gambar 7.12 Keuntungan mekanis pada sistem katrol
(Sumber: <http://fisikazone.com>)

Meskipun penggunaan katrol seperti ini memberikan keuntungan mekanis yang sama dengan penggunaan katrol bebas yang hanya terdiri dari satu katrol, tetapi terdapat keuntungan lain dari penggunaan katrol jenis ini, yaitu gaya kuasa yang diberikan mengarah ke bawah, sehingga memudahkan pengangkatan beban atau memudahkan pekerjaan. Sering kali berat beban yang harus diangkat atau dipindahkan sangat besar (berat), sehingga digunakan sistem katrol yang terdiri dari susunan beberapa katrol, yang terdiri dari beberapa katrol tetap dan katrol bergerak



Gambar 7.14 Bidang miring
(Sumber: www.sciencebuzz.org)



Gambar 7.13 Keuntungan mekanis pada sistem katrol (katrol majemuk)

(Sumber: <http://fisikazone.com>)

Tampak pada Gambar 7.13 bahwa untuk mengangkat beban seberat F_b diperlukan gaya sebesar F_k . Gaya berat F_b ditopang oleh 4 penggal tali penyangga, dan karena gaya berat ini sama dengan gaya yang bekerja pada masing-masing penggal tali, maka $F_b = 4 F_k$, sehingga keuntungan mekanis untuk katrol bebas adalah $KM = \frac{F_b}{F_k} = 4$.

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol majemuk seperti ini adalah 4 (empat), artinya bahwa pada katrol majemuk tersebut gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah $\frac{1}{4}$ dari gaya berat bebannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggal tali yang menyangga beban, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat atau memindahkan beban tersebut, atau dengan kata lain semakin besar keuntungan mekanisnya.

c. Bidang Miring

Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari bidang datar yang salah satu ujungnya lebih tinggi daripada ujung lainnya. Bidang miring diposisikan miring agar dapat memperkecil gaya yang dibutuhkan untuk memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi dibandingkan mengangkatnya secara vertikal.

Bidang miring memberikan keuntungan yaitu memungkinkan kita memindahkan suatu benda ke tempat yang lebih tinggi dengan gaya yang lebih kecil. Meskipun demikian, bidang miring juga memiliki kelemahan, yaitu jarak yang harus ditempuh untuk memindahkan benda tersebut menjadi lebih panjang (jauh).

Keuntungan mekanis yang kita peroleh dengan menggunakan bantuan bidang miring adalah:

$$KM = \frac{B}{F} = \frac{p}{t}$$

Dengan:

F = gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan beban

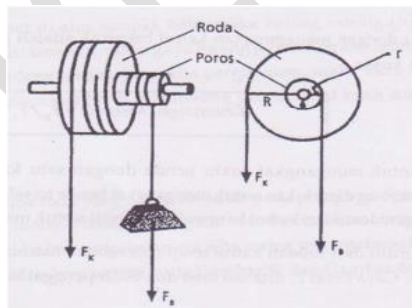
B = gaya berat beban

t = ketinggian kemana beban dipindahkan atau perbedaan ketinggian ujung-ujung bidang miring

p = panjang bidang miring

d. Roda dan Poros

Roda dan poros merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari dua buah silinder dengan jari-jari yang berbeda dan bergabung di pusatnya. Silinder berjari-jari besar dinamakan roda dan silinder berjari-jari kecil dinamakan poros.

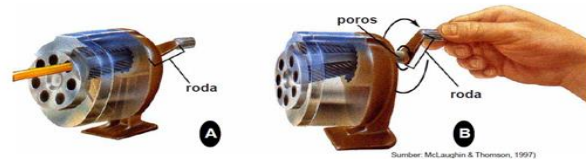


Gambar 7.16 Skema roda dan poros
(Sumber: <http://kereta-sains.blogspot.co.id>)



Gambar 7.15 Salah satu contoh penerapan bidang miring
Sumber: www.sciencebuzz.org

Roda dan poros bekerja dengan cara mengubah besar dan arah gaya yang digunakan untuk memindahkan (dalam hal ini, memutar) sebuah benda. Contoh penerapan roda dan poros dalam kehidupan diantaranya pemutar keran air, pegangan pintu yang bulat, obeng, roda pada kendaraan, setir kendaraan, alat serutan pensil, bor tangan, dan sejenisnya.



Gambar 7.17 Contoh roda dan poros
(Sumber: <http://kereta-sains.blogspot.co.id>)

Jika gaya berat F_b akan diangkat menggunakan roda berporos, dimana jari-jari roda adalah R dan porosnya r , dengan cara menarik tali dengan gaya kuasa sebesar F_k , maka berlaku persamaan:

$$F_b \cdot r = F_k \cdot R$$

sehingga keuntungan mekanis penggunaan roda dan poros adalah:

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{R}{r}$$

Oleh karena R biasanya lebih besar dari r ($R > r$), maka gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat beban lebih kecil daripada gaya berat beban. Dengan demikian, roda dan poros memiliki fungsi melipatgandakan gaya kuasa, dimana besarnya bergantung pada perbandingan jari-jari roda dan porosnya.

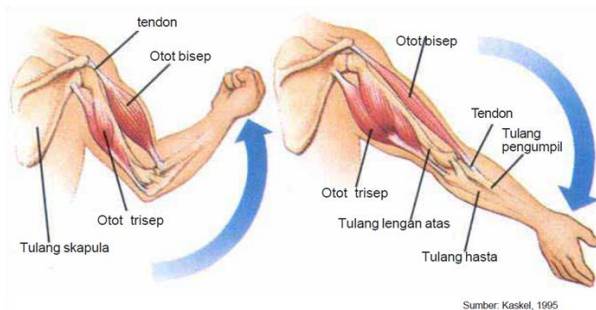
8. Penerapan pada otot dan persendian tubuh

Secara umum, otot melekat pada lengan manusia, melalui perantara tendon, dua buah tulang yang berbeda. Titik-titik di tempat di mana tendon melekat disebut insersi (insertion) dua buah tulang saling disambungkan secara fleksibel oleh sebuah sendi, seperti yang dijumpai pada siku, lutut, dan pangkal paha. Otot akan memberikan gaya tarik bilamana serabut-serabutnya menegang (berkontraksi) akibat suatu rangsangan yang diberikan oleh syaraf, namun otot tidak dapat memberikan gaya dorong.

Otot-otot yang cenderung menarik dua buah tungkai untuk mendekat ke satu sama lainnya, seperti otot bisep pada lengan atas kita disebut fleksor. Otot-otot yang cenderung menarik sebuah tungkai menjauhi tungkainya, seperti otot trisep dalam ekstensor. Kita menggunakan otot fleksor pada lengan atas kita untuk mengambil/mengangkat benda dengan tangan kita, kita menggunakan ekstensor ketika melempar bola.

Titik insersi sebuah otot akan berlainan di antara individu-individu yang berbeda. Para atlet juara seringkali diketahui memiliki titik-titik inersi otot yang berjarak lebih jauh dari sendi dibandingkan dengan orang rata-rata, dan jika hal ini ditemukan pada salah satu otot si atlet, biasanya hal yang sama juga berlaku bagi semua otot lainnya pada tubuh atlet itu.

Sebagai contoh lain tentang besarnya gaya yang bekerja pada bagian-bagian tubuh manusia. Ruas tulang punggung paling bawah bertindak sebagai titik tumpu untuk posisi membungkuk. Otot-otot di bagian belakang tubuh (punggung) kita yang menahan/menyokong batang tubuh akan bekerja dengan membentuk sudut efektif 12° terhadap sumbu tulang punggung.



Gambar 7.18 Kondisi saat otot berkontraksi dan relaksasi. Sumber: www.sainsmedia.com

Contoh Soal 4

Sebuah kotak meluncur sepanjang sebuah lantai horizontal dengan kelajuan awal 2,5 m/s. Kotak berhenti setelah meluncur 1,4 m. Carilah koefisien gesek kinetik dari kotak tersebut.

Solusi

Gaya gesek dapat dihitung sebagai berikut

$$f = -\mu_k F_n = -\mu_k mg$$

$$a = \frac{f}{m} = -\mu_k g$$

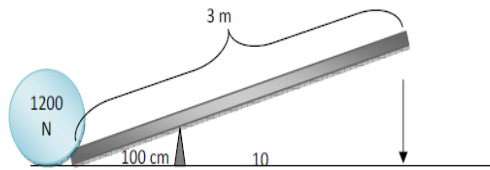
$$\mu_k = -a/g \quad (\text{dimana } a \text{ diperoleh dari } a = -\frac{v_0^2}{2 \Delta x} = -\frac{2,5^2}{2 (1,4)} = -2,23 \text{ m/s}^2)$$

$$\mu_k = \frac{(-2,23)}{9,8} = 0,228$$

maka koefisien gesek kinetik kotak tersebut adalah 0,228

Contoh Soal 5

Sebuah benda akan diangkat dengan menggunakan pengungkit seperti tanpak pada gambar berikut. Benda tersebut memiliki berat sebesar 1200 newton. Bila pengungkit tersebut panjangnya adalah 3 meter, dan jarak antara beban ke titik tumpu adalah 1 meter, berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut? Berapa keuntungan mekanis yang diberikan oleh pengungkit?



Pembahasan

Diketahui : $F_b = 1200 \text{ N}$

$$L_b = 1 \text{ m}$$

$$L_k = L - L_b = 3 \text{ m} - 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$$

Ditanyakan: $F_k \dots ?$

$$\text{Solusi: } F_k = \frac{F_b \cdot L_b}{F_k} = \frac{1200 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 600 \text{ N}$$

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{1200 \text{ N}}{600 \text{ N}} = 2 \text{ atau}$$

$$KM = \frac{L_k}{L_b} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 2$$

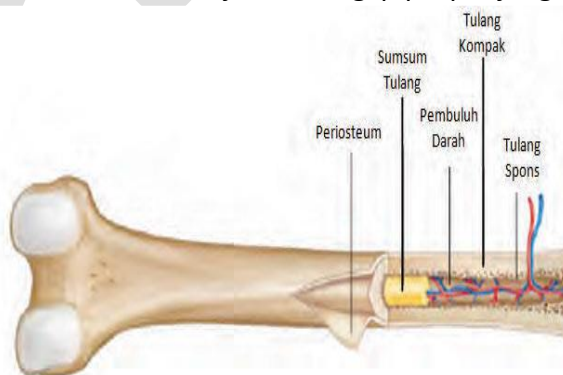
Jadi, gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban seberat 1200 N tersebut adalah sebesar 600 N. Keuntungan mekanis yang diberikan atau dihasilkan oleh

pengungkit adalah 2.

B. Gerak Pada Makhluk Hidup

1. Gerak Pada Manusia

Makhluk hidup dapat bergerak karena kemampuannya mengubah energi kimia menjadi energi gerak. Manusia dan hewan memiliki perilaku gerak yang tidak jauh berbeda. Manusia dan hewan sama-sama menunjukkan gerakan yang mudah diamati. Gerak pada tubuh manusia melibatkan tulang dan otot. Tulang merupakan alat gerak pasif, sedangkan otot merupakan alat gerak aktif. Rangka tubuh manusia berfungsi untuk memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam tubuh, menegakkan tubuh, tempat melekatnya otot, tempat menyimpan mineral, dan tempat menyimpan energi. Penyusun rangka manusia adalah tulang. Tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan keras. Tulang rawan dibedakan menjadi tulang rawan hialin, elastis dan fibrosa. Berdasarkan bentuknya tulang keras dibedakan menjadi tulang pipa/panjang, tulang pendek, dan tulang tidak beratutan.

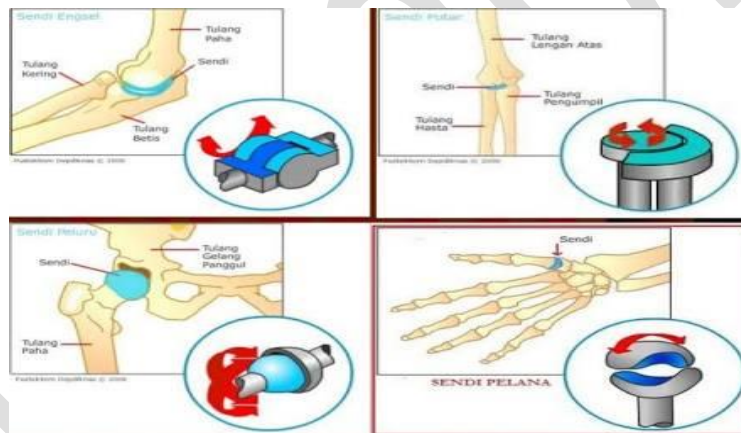


Gambar 7.18 Tulang manusia
Sumber: zubaidah, dkk 2014



Gambar 7.19 Macam tulang berdasarkan bentuk dan ukurannya (a) Tulang panjang, (b) Tulang pendek, (c) Tulang pipih, (d) Tulang tidak beraturan
 Sumber: Shier, dkk. 2010

Hubungan antar tulang disebut dengan artikulasi. Hubungan antartulang yang memungkinkan pergerakan disebut persendian. Berdasarkan ada tidaknya gerakan, artikulasi dapat dibedakan menjadi sendi mati (sinartosis), sendi kaku (amfiartosis), dan sendi gerak (diartosis). Selanjutnya, sendi gerak dibedakan menjadi empat macam yaitu sendi engsel, sendi putar, sendi pelana dan sendi peluru/lesung.



Gambar: 7.20 Macam Sendi
 Sumber: [slidesharecdn.com](https://www.slidesharecdn.com)

Otot disebut juga alat gerak aktif karena otot dapat berkontraksi. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi (mengkerut) dan relaksasi (mengendur). Pada saat berkontraksi otot menjadi lebih pendek, dan pada saat berelaksasi otot menjadi lebih panjang. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi. Berdasarkan bentuk dan cara kerjanya otot dibedakan menjadi tiga macam yakni otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

2. Gerak Pada Tumbuhan

Sebagai makhluk hidup, tumbuhan juga dapat melakukan gerak. Tumbuhan melakukan gerakan sesuai dengan rangsang yang diperoleh. Rangsangan tersebut dapat berupa bahan kimia, suhu, gravitasi bumi, atau intensitas cahaya yang diterima. Jika kita amati dengan seksama, ternyata tumbuhan juga melakukan gerakan. Meskipun gerakan pada tumbuhan cenderung lambat, namun masih dapat diamati perbedaannya. Misalnya gerakan yang muncul pada tumbuhan putri malu. Tumbuhan putri malu akan tampak menguncup saat kita menyentuhnya. Meskipun tidak ada perpindahan tempat, namun tumbuhan putri malu tersebut masih dianggap bergerak karena gerakan pada organisme tidak selalu merupakan gerak berpindah tempat. Gerak pada tumbuhan dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gerak endonom, gerak higroskopis, dan gerak esionom.



Gambar 7.21 Skema gerak pada tumbuhan

a. Gerak Tropisme

Gerak tumbuhan dapat diamati melalui beberapa gejala, salah satunya adalah arah tumbuh tumbuhan. Arah tumbuh tumbuhan dapat berubah karena pengaruh lingkungan. Contoh tumbuhan yang diletakkan dekat jendela batangnya tumbuh menuju cahaya. Cahaya merupakan rangsang yang datangnya dari luar tumbuhan. Gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi arah datangnya rangsang dari luar disebut **tropisme**. Jika arah gerak tumbuhan mendekati rangsang disebut gerak **tropisme positif**,

tetapi jika arah gerak tumbuhan menjauhi rangsang disebut gerak **tropisme negatif**. Berdasarkan jenis rangsangannya, gerak tropisme dibagi menjadi geotropisme (gravitropisme), hidrotropisme, tigmotropisme, kemotropisme, dan fototropisme (heliotropisme).

a). Gerak Geotropisme

Pada kecambah tanaman tersebut, arah gerak akar selalu menuju pusat bumi dan arah gerak tumbuh batangnya selalu tegak ke atas menjauhi pusat bumi. Arah gerak bagian tumbuhan baik akar maupun batang tersebut karena pengaruh gravitasi. Gerak tumbuhan yang demikian disebut **geotropisme** atau **gravitropisme**.



Gambar 7.22 Gerak Geotropisme

Sumber: Dokumen Kemdikbud

b). Gerak Hidrotropisme

Pertumbuhan akar yang selalu menuju ke sumber air disebut gerak hidrotropisme. **Hidrotropisme** adalah gerak tropisme tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan air.

c). Gerak Tigmotropisme

Gerak membelitnya ujung batang atau ujung sulur kacang panjang dan mentimun pada tempat rambatannya disebut gerak tigmotropisme. **Tigmotropisme** adalah gerak tropisme yang diakibatkan oleh rangsang berupa sentuhan dengan rambatannya baik berupa benda mati atau tumbuhan lain. Contoh gerak tropisme



Gambar 7.23 Gerak Geotropisme

Sumber: Dokumen Kemdikbud

d). Gerak Fototropisme

Pengaruh rangsang cahaya terhadap arah tumbuh batang tumbuhan. Gerak tropisme tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan cahaya disebut gerak fototropisme atau heliotropisme. Tumbuhan yang arah tumbuhnya mendekati sumber cahaya disebut fototropisme positif sedangkan yang menjauhi cahaya disebut fototropisme negatif. Contohnya adalah gerakan ujung batang bunga matahari yang membelok menuju ke arah datangnya cahaya (fototropisme positif).



Gambar 7.23 Gerak Fototropisme

Sumber: Dokumen Kemdikbud

2) Gerak Nasti

Nasti adalah gerak sebagian tubuh tumbuhan akibat rangsangan dari luar, tetapi arah geraknya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang. Berdasarkan jenis rangsangannya gerak nasti dibedakan menjadi niktinasti, fotonasti, dan tigmonasti atau seismonasti.

a). Gerak Niktinasi

Menguncupnya daun tumbuhan Leguminosae (kacang-kacangan) menjelang petang akibat perubahan tekanan turgor pada tangkai daun disebut gerak niktinasti. **Niktinasti** adalah gerak nasti tumbuhan akibat rangsangan dari lingkungan yang terjadi pada malam hari.



Gambar 7.24 Gerak Nasti

Sumber: Dokumen Kemdikbud

b). Gerak Fotonasti

Mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada sore hari disebut gerak fotonasti.

Fotonasti adalah gerak nasti tumbuhan akibat rangsangan cahaya.



Gambar 7.25 Gerak Fotonasti

Sumber: Dokumen Kemdikbud

c). Gerak Seismonasti

Gerak menutupnya daun putri malu (*Mimosa pudica*) saat disentuh disebut gerak **seismonasti**. Seismonasti atau tigmonasti adalah gerak nasti tumbuhan yang dipengaruhi oleh getaran atau sentuhan.



Gambar 7.26 Gerak Seismonasti

Sumber: Dokumen Kemdikbud

d). Gerak Termonasti

Bunga tulip selalu mekar di musim semi. Mekarnya bunga tulip tersebut disebabkan oleh suhu udara pada musim semi lebih hangat dari musim dingin. Gerak mekarnya bunga tulip pada musim semi disebut gerak termonasti. Termonasti adalah gerak nasti tumbuhan dipengaruhi oleh rangsangan yang berupa suhu.



Gambar 7.26 Gerak Termonasti

Sumber: Dokumen Kemdikbud

e). Gerak Nasti Kompleks

Contoh gerak tumbuhan lainnya seperti gerakan membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh kadar air, cahaya, suhu, dan zat kimia (protein dan gula) adalah contoh gerak nasti kompleks. Nasti kompleks adalah gerakan tumbuhan akibat rangsangan yang diterima lebih dari satu macam.



Gambar 7.27 Gerak Nasti Kompleks

Sumber: Dokumen Kemdikbud

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB VIII

SISTEM ORGAN PADA MANUSIA



Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

BAB VIII

SISTEM ORGAN PADA MANUSIA



sumber: www.aliexpress.com

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan sistem pencernaan serta keterkaitannya dengan sistem pernapasan, sistem peredaran darah, dan penggunaan energi makanan.
2. Menjelaskan struktur dan fungsi sistem ekskresi pada manusia dan penerapannya dalam menjaga kesehatan diri.
3. Mendeskripsikan struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia, kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi dan penerapan pola hidup yang menunjang kesehatan

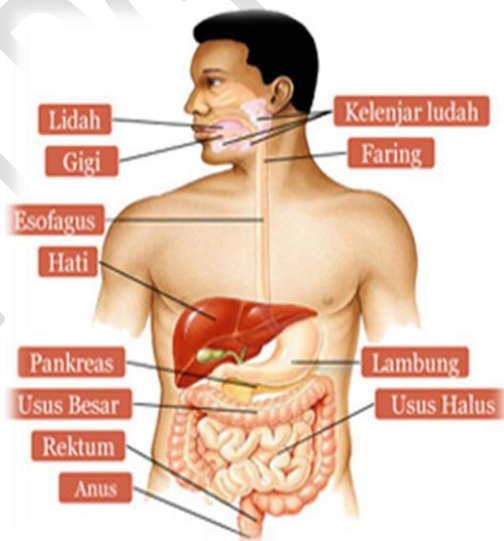
Sistem organ merupakan bentuk kerja sama antar organ untuk melakukan fungsinya. Dalam melaksanakan kerja sama ini, setiap organ tidak bekerja sendiri-sendiri, melainkan organ-organ saling bergantung dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Tanpa ada kerja sama dengan organ lain, maka proses dalam tubuh tidak akan terjadi. Menurut Brum, *et al* (1994), manusia memiliki 9 sistem organ yaitu Sistem Pencernaan, Sistem Pernapasan/ Respirasi, sistem sirkulasi, sistem ekskresi, sistem gerak, sistem reproduksi, sistem saraf, sistem Integumen dan sistem hormon.

Pada bab ini hanya akan dibahas 5 sistem organ saja pada manusia. Berikut beberapa sistem organ yang terdapat pada manusia yang akan dibahas: sistem pencernaan, sistem pernapasan, dan sistem peredaran darah, sistem ekskresi, dan sistem reproduksi

1. Sistem Pencernaan Makanan

Manusia membutuhkan makanan yang diperoleh dari tumbuhan dan hewan. Makanan yang kita makan harus dicerna atau dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil atau sederhana. Proses pencernaan tersebut berlangsung di dalam saluran pencernaan atau organ-organ pencernaan. Makanan dapat diserap oleh saluran pencernaan makanan dan diedarkan ke seluruh tubuh setelah berbentuk molekul-molekul yang kecil.

Secara umum, pencernaan dibagi menjadi pencernaan secara mekanik dan pencernaan secara kimiawi. Pencernaan secara mekanik, adalah proses pengubahan makanan dari bentuk kasar menjadi bentuk kecil atau halus. Proses ini dilakukan dengan menggunakan gigi di dalam mulut. Sedangkan Pencernaan secara kimiawi, adalah proses perubahan makanan dari zat yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana dengan enzim, yang terjadi mulai dari mulut, lambung, dan usus. Enzim adalah zat kimia yang dihasilkan oleh tubuh yang berfungsi mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam tubuh. Proses pencernaan makanan pada manusia melibatkan alat-alat pencernaan makanan. Alat-alat pencernaan makanan pada manusia adalah organ organ tubuh yang berfungsi mencerna makanan yang kita makan. Alat pencernaan makanan dibedakan atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.

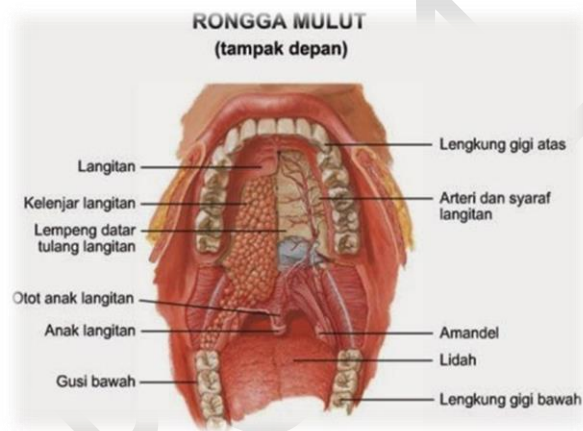


Gambar 8.1 Organ-organ penyusun pencernaan manusia
Sumber: <http://slideplayer.info/>

Berikut ini diuraikan proses yang berlangsung pada sistem pencernaan manusia yang melibatkan organ-organ penyusunnya.

a. Mulut

Proses pencernaan makanan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut, rongga mulut merupakan awal saluran pencernaan. Pada mulut terjadi pencernaan secara mekanik dan kimiawi. Di dalam mulut terdapat lidah, gigi, dan kelenjar ludah. Lidah dan gigi berperan dalam pencernaan makanan secara mekanik melalui kunyahan.



Gambar 8.2 Anatomi mulut
Sumber: <http://hedisasrawan.blogspot.co.id/>

Commented [M1]: Jk memungkinkan sumber jgn dr blogspot

1) Lidah

Lidah (*Lingua*) berperan dalam pencernaan makanan secara mekanik. Lidah membantu dalam proses mengunyah, menelan, mengenali rasa, dan mengenali tekstur makanan. Selain itu, lidah juga berfungsi sebagai alat pengecap yang dapat merasakan manis, asin, pahit, dan asam. Saraf pada lidah juga sensitif terhadap panas, dingin, dan tekanan. Bagian-bagian utama lidah adalah radiks, dorsum, dan apeks.

2) Gigi

Tanpa adanya gigi, manusia akan sulit memakan makanan yang dimakannya. Gigi tumbuh di dalam lesung pada rahang dan memiliki jaringan seperti pada tulang, tetapi gigi bukanlah bagian dari kerangka. Menurut perkembangannya, gigi lebih banyak persamaannya

dengan kulit daripada dengan tulang. Gigi terletak dirahang atas dan bawah, masing-masing membentuk sebuah arkus dentalis. Arkus rahang atas (maxila) bentuknya seperti elips dan rahang bawah (mandibula) seperti parabola, sehingga gigi-gigi tidak bertemu tepat satu dengan yang lain. Posisi demikian sesuai dengan fungsi gigi masing-masing.

Gigi tersusun atas beberapa bagian, yaitu mahkota, leher gigi, dan akar gigi. Mahkota merupakan bagian gigi yang terlihat dari luar. Adapun bagian leher dan akar gigi, tertutup oleh suatu lapisan yang disebut lapisan gusi. Gigi tersusun atas empat macam jaringan, yaitu jaringan email, dentin, pulpa, dan sementum. Jaringan email merupakan jaringan gigi yang paling keras. Email ini melindungi mahkota gigi. Dentin merupakan komponen utama pembentuk gigi. Pada bagian dalam gigi terdapat pulpa (rongga gigi). Pulpa berisi pembuluh darah dan serabut saraf.

Pada manusia, gigi tumbuh pertama kali pada usia sekitar 6-8 bulan (gigi seri). Gigi yang pertama kali tumbuh sering disebut gigi susu. Gigi susu mulai tanggal diganti gigi tetap pada umur 6-8 tahun, pertamakali adalah gigi seri dan diikuti gigi yang lain sampai umur ± 14 Tahun yang mana gigi susu sudah diganti gigi tetap semua. Gigi geraham akhir muncul pada umur 16-30 Tahun.

3) Kelenjar ludah

Kelenjar ludah menghasilkan ludah atau air liur (saliva). Ludah berfungsi untuk melarutkan makanan, memudahkan penelanan, dan melindungi selaput mulut terhadap panas, dingin, asam, dan basa. Di dalam ludah terdapat enzim *ptialin* (amilase) yang berfungsi mengubah makanan dalam mulut yang mengandung zat karbohidrat (amilum) menjadi gula sederhana jenis maltosa. Enzim ptialin bekerja dengan baik pada pH antara 6.8 – 7 dan suhu 37 °C. Terdapat tiga macam kelenjar ludah, yaitu: Kelenjar parotis, Kelenjar sublingualis, Kelenjar submandibularis.

b. Kerongkongan (Esofagus)

Makanan setelah dicerna di dalam mulut akan bergerak masuk ke dalam kerongkongan (esofagus). Kerongkongan memiliki bentuk menyerupai selang air atau tabung dengan panjang sekitar ± 25 -30 cm. Pangkalnya adalah di leher, di belakang tenggorok, kemudian di daerah dada di belakang jantung, menembus sekat rongga badan di depan tulang belakang

dan bermuara dalam lambung. Kerongkongan berfungsi sebagai jalan bagi makanan yang telah dikunyah dari mulut menuju ke lambung.



Gambar 8.3 Kerongkongan

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

Pada kerongkongan tidak terjadi proses pencernaan. Bagian pangkal kerongkongan (faring) berotot lurik dan bekerja secara sadar menurut kehendak kita. Makanan berada di dalam kerongkongan hanya sekitar enam detik. Makanan sebelum masuk ke dalam esofagus akan melewati tekak atau faring. Faring merupakan pertemuan antara saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Agar makanan tidak masuk ke saluran pernapasan, pada faring terdapat epiglotis. Pada saat menelan, epiglotis akan menutup saluran pernapasan. Otot kerongkongan dapat berkontraksi secara bergelombang sehingga mendorong makanan masuk ke dalam lambung. Gerakan kerongkongan ini disebut gerak *peristaltik*. Gerak ini terjadi karena otot yang memanjang dan melingkari dinding kerongkongan secara bergantian.

c. Lambung

Lambung merupakan saluran pencernaan makanan yang melebar seperti kantung, terletak di bagian atas rongga perut sebelah kiri, dan sebagian tertutup oleh hati dan limpa. Lambung berbentuk menyerupai huruf J. Lambung dapat mencerna makanan secara mekanik karena memiliki lapisan-lapisan otot. Lambung tersusun atas tiga lapisan otot, yaitu bagian dalam berserat miring, bagian tengah berserat melingkar, dan bagian luar berserat memanjang. Dengan adanya ketiga lapisan otot ini, lambung dapat melakukan

berbagai gerakan kontraksi. Gerakan kontraksi tersebut berguna untuk mencerna makanan dan mencampurkannya dengan enzim sehingga terbentuk bubur atau kim (*chyme*).



Gambar 8.4 Lambung

Sumber: <http://hedisasrawan.blogspot.co.id/>

Commented [M2]: Diganti, jika bisa jgn blogspot

Lambung terdiri atas empat bagian, yaitu bagian kardia, fundus, badan lambung, dan pilorus. Kardia adalah lanjutan dari muara lambung, berdekatan dengan hati dan berhubungan dengan kerongkongan. Pilorus berhubungan langsung dengan usus dua belas jari (*Duodenum*). Di bagian ujung kardia terdapat klep atau *spingter* yang disebut *spingter esofageal*, sedangkan di ujung pilorus terdapat *spingter pilorus*. Spingter esofageal berfungsi untuk menjaga makanan agar tetap di lambung dan hanya akan terbuka pada saat makanan masuk atau pada saat muntah.

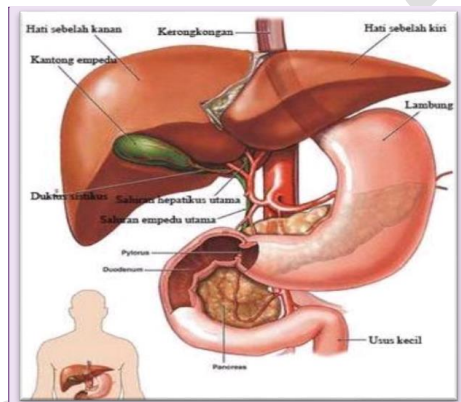
Dinding lambung juga terdiri atas otot-otot yang tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong yang menyebabkan lambung berkontraksi. Dinding lambung mengandung sel-sel kelenjar yang berfungsi menghasilkan getah lambung. Makanan yang masuk ke dalam lambung tersimpan selama 2 – 5 jam. Selama makanan ada di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi dan bercampur dengan getah lambung. Proses pencampuran tersebut dipengaruhi oleh gerak peristaltik.

Getah lambung adalah campuran zat-zat kimia yang sebagian besar terdiri atas air, asam lambung (HCl), serta enzim pepsin, renin, dan lipase. Getah lambung bersifat asam karena mengandung banyak asam lambung. Asam lambung (HCl) berfungsi membunuh mikroorganisme atau kuman yang terkandung pada makanan dan mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin. Pepsin berfungsi mengubah protein menjadi pepton. Renin berfungsi menggumpalkan kasein dalam susu. Lipase berfungsi mengubah lemak menjadi gliserol dan

asam lemak. Adapun lender berfungsi mencampur makanan dengan enzim dan melindungi dinding lambung dari asam lambung.

d. Hati

Hati terletak di bawah sekat rongga badan dan mengisi sebagian besar bagian atas rongga perut sebelah kanan. Hati membuat empedu yang terkumpul dalam kantung empedu. Empedu tersebut menjadi kental karena airnya diserap kembali oleh dinding kantung empedu.



Gambar 8.5 Hati

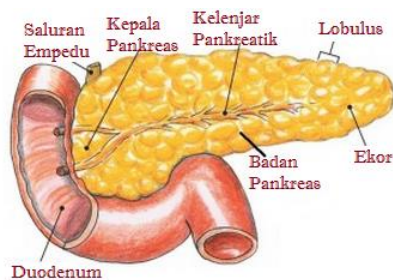
Sumber: <http://dianhusadaannadwi.blogspot.co.id/>

Pada waktu tertentu, empedu dipompakan ke dalam usus dua belas jari melalui saluran empedu. Fungsi hati antara lain untuk memproduksi enzim-enzim, merombak sel darah merah mati, menampung vitamin A, D, E dan K yang berlebih, menyimpan cadangan gula dalam bentuk glikogen dan mengubahnya menjadi glukosa bila diperlukan, mengubah kolesterol dan asam amino menjadi glukosa dalam kondisi tubuh kehabisan glikogen, serta menetralisasi zat-zat kimia berbahaya hasil metabolisme tubuh sendiri maupun yang dari luar tubuh.

e. Kelenjar pankreas

Kelenjar pankreas melintang pada dinding belakang perut dan ke kiri sampai pada limpa. Ujungnya terletak dalam lengkung usus dua belas jari. Saluran pankreas bermuara di dalam usus dua belas jari (duodenum) bersama dengan saluran empedu.

Commented [M3]: ganti



Gambar 8.6 Kelenjar pankreas
Sumber: <http://www.artikelsiana.com/>

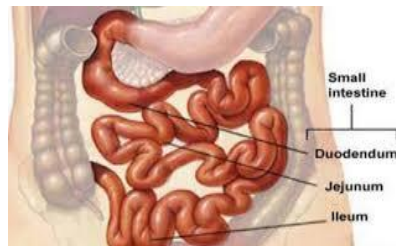
Setiap hari diproduksi $\pm 1200-1500$ ml cairan pankreas, cairan ini terdiri dari air, garam, sodium bikarbonat dan enzim. Sodium bikarbonat memberi sifat alkali (pH 7,1-8,2) pada cairan pankreas yang dapat menghentikan kerja pepsin dari lambung dan menciptakan suasana asam bagi usus. Enzim dari pankreas antara lain amilase pankreatik, tripsin. Kimotripsin dan karboksipolipeptidase, lipase pankreatik. Karena pepsin diproduksi dalam keadaan inaktif (pepsinogen), enzim pencernaan protein pankreas, ini mencegah enzim pencernaan sel-sel pankreas. Tripsin disekresi dalam bentuk inaktif (tripsinogen), pengaktifan menjadi tripsin terjadi di dalam usus kecil karena sekresi mukosa. Enzim pengaktif ini disebut enterokinase. Kimotripsin diaktifkan oleh tripsin dari bentuk inaktif yang disebut kimotripsinogen. Karboksipolipeptidase juga diaktifkan oleh pepsin dalam usus, bentuk inaktifnya disebut prokarboksipolipeptidase.

Sekresi pankreas, seperti pada lambung dikendalikan oleh mekanisme saraf hormonal. Bila fase sepalik dan gastrik sekresi lambung terjadi, impuls parasimpatik serentak dikirim sepanjang saraf vagus ke pankreas yang berakibat sekresi enzim pankreas. Kolesistokinin dari duodenum juga merangsang sekresi pankreas

f. Usus Halus (Intestinum)

Makanan setelah dicerna di dalam lambung akan masuk ke dalam usus halus (intestinum). Usus halus merupakan suatu saluran menyerupai selang dengan diameter sekitar 2,5 cm. Jika dibentangkan, usus halus dapat mencapai panjang sekitar 6 meter. Di dalam usus halus terdapat struktur yang disebut dengan vili. Vili merupakan tonjolan-

tonjolan yang memperluas permukaan usus sehingga meningkatkan penyerapan. Pada permukaan vili terdapat mikrovili.



Gambar 8.7 Usus halus
Sumber: <http://budisma.net/>

Di dalam usus halus terjadi dua proses penting, yaitu pencernaan dengan bantuan enzim dan penyerapan sari-sari makanan ke dalam pembuluh darah. Usus halus terbagi atas 3 bagian, yaitu:

- 1) Duodenum (usus 12 jari) karena panjangnya sekitar 12 jari orang dewasa yang disejajarkan.
- 2) Jejunum (usus kosong) karena pada orang yang telah meninggal bagian usus tersebut kosong.
- 3) Ileum (usus penyerapan) karena pada bagian inilah zat-zat makanan diserap oleh tubuh.

Dalam menjalankan fungsinya, usus halus dibantu oleh hati, pankreas, dan kelenjar pada dinding usus halus. Setiap organ tersebut akan mengeluarkan enzim yang membantu dalam pencernaan. Hati menghasilkan empedu yang di dalamnya terdapat cairan empedu.

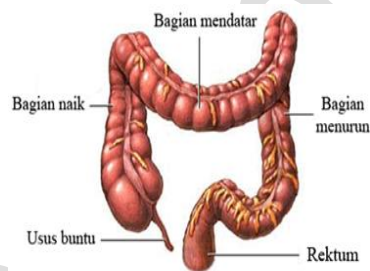
Cairan empedu tersebut memiliki fungsi memecah lemak agar mudah dicerna. Empedu tidak mengandung enzim, namun berperan dalam memecah lemak. Selain itu, hati merupakan tempat metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat. Pada saat proses pencernaan berlangsung, kantung empedu akan melepaskan cairan empedu menuju duodenum melalui saluran empedu.

Selain itu, pankreas membantu usus halus dalam proses pencernaan. Pankreas memiliki dua fungsi utama, yaitu menghasilkan hormon yang mengatur glukosa darah dan menghasilkan *pancreatic juice*. *Pancreatic juice* merupakan sekresi pankreas yang bercampur dengan air. *Pancreatic juice* ini akan masuk ke dalam duodenum melalui saluran pankreatik.

Pancreatic juice akan menetralkan kandungan asam pada makanan sebelum masuk ke usus halus.

g. Usus Besar

Di sebelah kanan dalam rongga perut terdapat usus besar naik, dalam rongga perut sebelah atas terdapat lanjutannya sebagai usus besar melintang, dan dalam rongga perut sebelah kiri dijumpai usus besar turun yang berlanjut sebagai usus besar bentuk “S”. Diameter usus besar dapat mencapai sekitar 6,5 cm, sedangkan panjangnya sekitar 1,5 m. Pada usus halus terjadi proses penyerapan zat-zat makanan. Adapun zat yang tidak dapat diserap akan terdorong menuju usus besar. Di dalam usus besar, sisa makanan akan diuraikan dengan bantuan bakteri *Escherichia coli*.



Gambar 8.8 Usus besar
Sumber: <http://dwirinaningsih.blogspot.co.id/>

Salah satu fungsi usus besar adalah menyerap air yang masih tersisa pada makanan. Sisa makanan yang siap dikeluarkan dari tubuh disebut feses. Agar sisa makanan yang masuk ke dalam usus besar tidak kembali ke usus halus, terdapat katup yang membatasi keduanya. Katup tersebut dinamakan katup ileosekal.

Setelah usus besar berbentuk S terdapat poros usus (rektum). Di dalam usus besar sisa-sisa makanan yang tidak dapat dicerna lagi menjadi kental, karena airnya diserap kembali oleh dinding usus besar. Sisa makanan tersebut sampai ke dalam poros usus yang terletak pada dinding belakang panggul kecil. Perjalanan makanan di dalam usus besar dapat mencapai 4 – 5 jam. Namun, di usus besar makanan dapat disimpan sampai 24 jam.

h. Anus

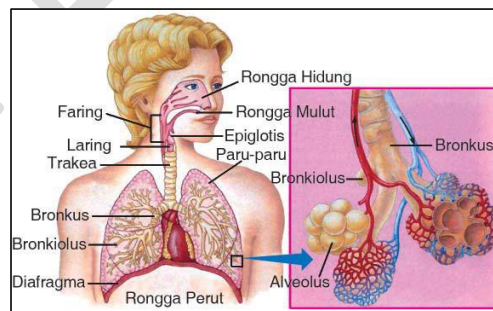
Di dalam usus besar, feses didorong secara teratur dan lambat oleh gerakan peristaltik menuju ke rektum (poros usus) yang merupakan bagian akhir dari saluran pencernaan. Bagian bawah poros usus itu akhirnya bermuara pada lubang dubur yang nantinya mengeluarkan feses. Gerakan peristaltik dikendalikan oleh otot polos (otot tak sadar). Akan tetapi, pada saat buang air besar otot spingter di anus dipengaruhi oleh otot lurik (otot sadar).

Jadi, proses *defekasi* (buang air besar) dilakukan dengan sadar, yaitu dengan adanya kontraksi otot dinding perut yang diikuti dengan mengendurnya otot spingter anus dan kontraksi kolon serta rektum. Akibatnya, feses dapat terdorong ke luar anus.

2. Sistem Pernapasan

Pernapasan adalah proses pertukaran gas antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari lingkungan sekitar. Oksigen diperlukan untuk oksidasi (pembakaran) zat makanan, yaitu gula (glukosa).

Proses oksidasi makanan bertujuan untuk menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan digunakan untuk aktivitas hidup, misalnya pertumbuhan, mempertahankan suhu tubuh, pembakaran sel-sel tubuh, dan kontraksi otot. Selain menghasilkan energi, pernapasan juga menghasilkan karbon dioksida, dan uap air. Sistem pernapasan pada manusia memiliki struktur dan fungsi yang sangat kompleks.

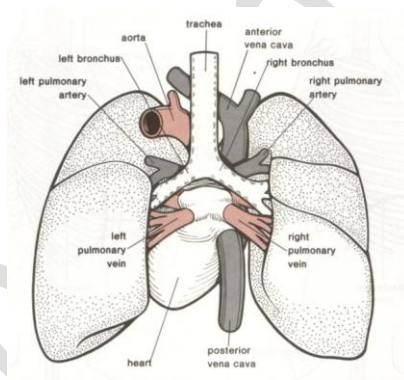


Gambar 8.9 Sistem pernapasan manusia

Sumber: <http://bionomipa.blogspot.co.id/>

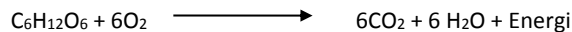
Sistem pernapasan tersebut didukung oleh organ-organ yang memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda. Selain itu, pernapasan pada manusia melibatkan organ tubuh dan mekanisme yang saling menunjang. Sistem pernapasan manusia memiliki organ-organ pernapasan yang menunjang proses pernapasan. Organ-organ pernapasan tersebut memiliki struktur dan fungsi yang berbeda-beda.

Paru-paru dapat disamakan dengan dua buah kantong membran gastis yang bagian dalamnya berhubungan dengan udara luar melalui saluran pernafasan. Bagian dalam sangat luas permukaannya terdiri atas gelembung-gelembung alveolus yang berdinding sangat tipis. Pertukaran gas berlangsung pada alveoli.



Gambar 1. Paru-paru pada manusia

Oksigen yang diambil selama proses pernafasan digunakan untuk mengoksidasi bahan makanan yang berasal dari hasil pencernaan makanan. Di dalam sel-sel jaringan tubuh berlangsung oksidasi zat-zat makanan dengan reaksi :



$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ adalah glukosa yang berasal dari proses pencernaan makanan, O_2 adalah oksigen yang diperoleh dari medium pernafasan. Hasil pernapasan adalah CO_2 (karbondioksida), H_2O (air) dan energi dalam bentuk ATP.

Pada hidung terdapat rongga hidung yang merupakan jalan masuk dan keluarnya udara pernapasan dari medium pernapasan ke alat-alat pernapasan. Keuntungan bernapas melalui hidung adalah (i) Di dalam rongga hidung terdapat rambut-rambut hidung dan lendir yang bisa menyaring udara yang masuk (ii) Di dalam rongga hidung terdapat saraf penciuman, sehingga dapat menghindari udara yang tidak enak (iii) di dalam rongga hidung, suhu udara disesuaikan dengan suhu tubuh.

Faring merupakan daerah percabangan antara saluran pernafasan dan saluran pencernaan makanan. Pada saat bernafas lubang yang mengarah ke saluran pencernaan makanan ditutup oleh anak tekak atau epiglottis.

Laring atau alat suara terdapat pada bagian depan leher. Bentuknya hampir segitiga. Dibentuk oleh tulang rawan yang digerakkan oleh otot-otot sadar. Pada pangkal tenggorokan terdapat jakun, yang tampak menonjol pada leher bagian atas. Jakun tersusun dari katup pangkal tenggorok, tulang rawan perisai, dan tulang rawan berbentuk cincin. Jakun ini merupakan tempat selaput suara.

Tenggorokan merupakan saluran yang dibentuk oleh cincin tulang rawan berselang-seling dengan otot polos yang melingkar. Dengan demikian saluran ini merupakan lubang terbuka. Tenggorokan memiliki bulu getar yang digunakan untuk menolak debu atau benda asing keluar. Kalau kotoran udara sudah banyak yang melekat pada bulu getar, udara pada paru-paru akan terangsang dan mendesak debu itu keluar, maka terjadilah bersin. Tenggorokan bercabang dua menjadi **bronkus**.

Cabang tenggorokan bercabang dua (sepasang) disebut **bronkhia**. Satu menuju ke paru-paru sebelah kiri dan satu lagi menuju ke paru-paru sebelah kanan. Peradangan pada bronchia disebut bronkitis

Bronkiolus adalah cabang-cabang dari bronkus. Makin ke ujung saluran ini makin sempit diameternya. Yang membentuk cabang saluran ini masih tetap cincin-cincin tulang rawan diselang seling dengan otot polos. Pada ujung bronkiolus terdapat kantung udara (alveolus). Dinding alveolus sangat tipis dan lembab. Hal ini diperlukan supaya pertukaran gas antara ruang alveolus dengan kapiler darah yang memenuhi alveolus dapat berlangsung

dengan baik. Kapiler darah dari alveoli yang kaya akan oksigen akan bergabung menuju vena paru-paru, kemudian menuju ke jantung.

3. Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah dan sistem peredaran getah bening merupakan satu kesatuan dalam sistem sirkulasi atau transportasi. Dinamakan sistem transportasi karena darah berfungsi mengangkut zat-zat makanan dan mengedarkan gas-gas pernapasan ke seluruh tubuh. Alat peredaran darah manusia terdiri dari jantung dan pembuluh darah. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Selain jantung, terdapat pembuluh darah sebagai pendukung sistem peredaran darah.

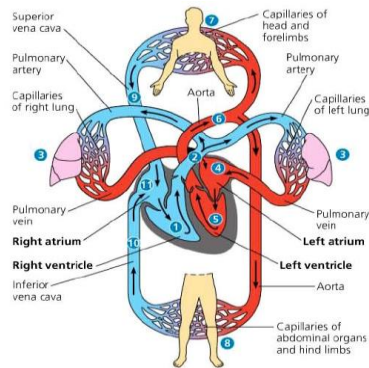
Darah beredar ke seluruh tubuh di dalam pembuluh darah. Oleh karena itu, disebut peredaran tertutup. Menurut fungsinya, pembuluh darah dibedakan menjadi pembuluh darah kapiler, pembuluh nadi, dan pembuluh darah balik. Peredaran darah manusia merupakan peredaran darah tertutup karena darah yang dialirkan dari dan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah dan darah mengalir melewati jantung sebanyak dua kali sehingga disebut sebagai peredaran darah ganda yang terdiri dari

a. Peredaran darah besar / sistemik

Peredaran darah sistemik merupakan peredaran darah yang mengalirkan darah yang kaya oksigen dari bilik (ventrikel) kiri jantung lalu diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Oksigen bertukar dengan karbondioksida di jaringan tubuh. Lalu darah yang kaya karbondioksida dibawa melalui vena menuju serambi kanan (atrium) jantung.

b. Peredaran darah kecil / pulmonal

Peredaran darah pulmonal merupakan peredaran darah yang mengalirkan darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung. Darah yang kaya karbondioksida dari bilik kanan dialirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, di alveolus paru-paru darah tersebut bertukar dengan darah yang kaya akan oksigen yang selanjutnya akan dialirkan ke serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis.



Gambar 8.10 Sistem peredaran darah manusia
Sumber: biologylearningcenter.blogspot.com

4. Sistem Ekskresi

Proses metabolisme tubuh meliputi proses menghasilkan energi dan zat yang berguna bagi tubuh. Dalam proses metabolisme, dihasilkan zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh. Zat-zat ini harus dikeluarkan dari tubuh karena dapat membahayakan tubuh. Proses pengeluaran zat-zat sisa dari dalam tubuh disebut ekskresi. Pembuangan zat sisa dari dalam tubuh ditunjukkan pada berbagai proses, yaitu pengeluaran keringat, pengeluaran urin, pengeluaran gas CO_2 dan H_2O , serta pengeluaran urea dan cairan empedu. Sistem ekskresi pada manusia melibatkan organ ekskresi berupa ginjal, kulit, paru-paru, dan hati.

a. Ginjal

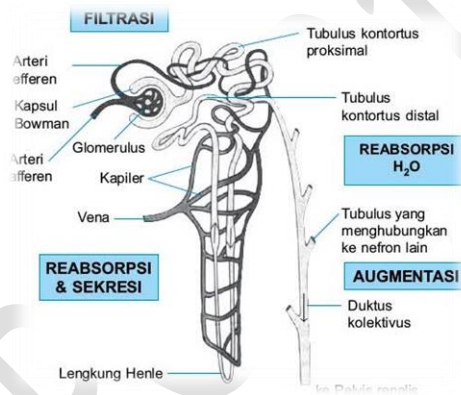
Ginjal berperan sebagai alat ekskresi dengan cara menyaring darah hingga zat-zat sisa yang terdapat di dalam darah dapat dikeluarkan dalam bentuk air seni (urin). Urin yang dibuang setiap hari merupakan hasil dari sistem urinaria. Sistem urinaria dapat mempertahankan keseimbangan air di dalam tubuh, mempertahankan volume dan komposisi cairan dalam tubuh, serta mengatur pH cairan tubuh.

Hal-hal tersebut terjadi karena ginjal dapat mengeluarkan secara selektif sisa-sisa metabolisme dan air dalam jumlah tertentu. Dengan begitu, komposisi cairan tubuh berada

dalam keadaan optimal. Sistem urinaria terdiri atas dua ginjal, dua ureter, satu vesica urinaria (kantung kemih), dan satu uretra.

Ginjal merupakan organ yang berbentuk menyerupai kacang. Ginjal memiliki ukuran panjang 11–12 cm, lebar 6 cm, dan tebal 3 m. Organ ini terletak di dekat ruas-ruas tulang belakang bagian pinggang. Ginjal pada manusia terdiri atas satu pasang (kiri dan kanan). Ginjal kanan terletak sedikit lebih rendah dari ginjal kiri. Hal ini disebabkan di atas ginjal kanan terdapat hati.

Proses pembentukan urine yang terjadi pada ginjal terjadi melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.



Gambar 8.11 Proses pembentukan urin
Sumber: <http://hedisasrawan.blogspot.co.id/>

1) Penyaringan (*filtrasi*)

Filtrasi merupakan perpindahan cairan dari glomerulus menuju ke ruang kapsula bowman dengan menembus membran filtrasi. Membran filtrasi terdiri dari tiga lapisan, yaitu sel endotelium glomerulus, membran basiler, dan epitel kapsula bowman. Tahap ini adalah proses pertama dalam pembentukan urine.

Filtrasi terjadi pada kapiler glomerulus kapsul 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.

Pada proses filtrasi semua zat-zat yang terdapat di dalam darah yang mampu menembus dinding kapiler juga mampu menembus glomerulus dan kapsula Bowman. Pada filtrasi kekuatan sangat penting. Dengan tekanan yang kuat ini setiap komponen darah bisa melewati glomerulus dan dinding kapsula sehingga sampai pada rongga lapis atas tubula neprik. Dua komponen darah yang tidak bisa melewati filter ini, yaitu sel darah dan plasma protein. Jadi komponen-komponen atau filtrat yang demikian disebut dengan urine kapsular (urine primer). Urine primer yang komposisinya serupa dengan darah tetapi tidak mengandung protein. ini selanjutnya menuju ke bagian tubulus nefron (tubulus neprik) dan proses reabsorpsi mulai berlangsung.

2) Penyerapan kembali (*Reabsorpsi*)

Volume urine manusia hanya 1% dari filtrate 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 pada urine primer seperti glukosa dan asam amino dikembalikan ke darah melalui pembuluh kapiler yang berada di sekitar pembuluh. Glukosa dan asam amino diabsorpsi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.

Selain itu air yang terdapat pada filtrate glomerulus juga diserap kembali melalui proses osmosis. Penyerapan air terjadi di dalam tubulus distal, lengkung Henle, dan pembuluh pengumpul. Substansi yang tidak berguna, kelebihan an garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan dalam urine. Tiap hari tabung ginjal mereabsorpsi lebih dari 178 liter air, 1.200 gram garam, dan 150 gram glukosa. Sebagian besar dari zat-zat ini direabsorpsi beberapa kali.

Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan urine sekunder yang komposisinya sangat berbeda dengan urine primer. Pada urine 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 urine primer dapat mencapai 2% dalam urine sekunder.

3) Augmentasi

Proses ini terjadi di tubulus kontortus distal dan juga di saluran pengumpul. Pada bagian ini terjadi pengumpulan cairan dari proses sebelumnya. Di bagian ini juga masih terjadi penyerapan ion natrium, klor serta urea. Cairan yang dihasilkan sudah berupa urine sesungguhnya, yang kemudian disalurkan ke rongga ginjal.

Urine yang sudah terbentuk dan terkumpul di rongga ginjal dibuang keluar tubuh melalui ureter, kandung kemih dan uretra. Proses pengeluaran urine disebabkan oleh adanya tekanan di dalam kandung kemih. Tekanan pada kandung kemih selain disebabkan oleh pengaruh saraf juga adanya kontraksi otot perut dan organ-organ yang menekan kandung kemih. Dan tahap ini merupakan tahap akhir dari proses pembentukan urine.

b. Kulit

Kulit merupakan alat pengeluaran (eksresi) yang mengeluarkan zat sisa berupa keringat. Di dalam keringat terkandung zat sisa terutama garam. Struktur kulit manusia terdiri atas epidermis, dermis dan subkutan. Epidermis dan dermis dapat terikat satu sama lain akibat adanya papilare dermis dan tabung epidermis. **Epidermis** merupakan lapisan teratas pada kulit manusia dan memiliki tebal yang berbeda-beda: 400-600 μm untuk kulit tebal (kulit pada telapak tangan dan kaki) dan 75-150 μm untuk kulit tipis (kulit selain telapak tangan dan kaki, memiliki rambut). Selain sel-sel epitel, epidermis juga tersusun atas lapisan melanosit, sel langerhans, sel merker, dan keratinosit. **Dermis**, yaitu lapisan kulit di bawah epidermis, memiliki ketebalan yang bervariasi bergantung pada daerah tubuh dan mencapai maksimum 4 mm di daerah punggung. Dermis terdiri atas dua lapisan dengan batas yang tidak nyata, yaitu stratum papilare dan stratum reticular. Pada bagian bawah dermis, terdapat suatu jaringan ikat longgar yang disebut jaringan **subkutan** dan mengandung sel lemak yang bervariasi. Lapisan subkutan adalah lapisan paling dalam pada struktur kulit. Pada lapisan kulit ini terdapat syaraf, pembuluh darah dan limfe. Di lapisan ini juga terdapat banyak sel liposit yang memproduksi jaringan lemak yang menjadi pelapis antara kulit dengan organ dalam seperti tulang dan otot.

Kulit berfungsi dalam ekskresi dengan perantaraan dua kelenjar eksokrinnya, yaitu kelenjar sebacea dan kelenjar keringat:

- 1). Kelenjar sebacea

Kelenjar sebacea merupakan kelenjar yang melekat pada folikel rambut dan melepaskan lipid yang dikenal sebagai sebum menuju lumen. Sebum dikeluarkan ketika muskulus arektor pili berkontraksi menekan kelenjar sebacea sehingga sebum dikeluarkan ke folikel rambut lalu ke permukaan kulit. Sebum tersebut merupakan campuran dari trigliserida, kolesterol, protein, dan elektrolit. Sebum berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri, melumasi dan memproteksi keratin.

2). Kelenjar keringat

Walaupun stratum korneum kedap air, namun sekitar 400 mL air dapat keluar dengan cara menguap melalui kelenjar keringat tiap hari. Seorang yang bekerja dalam ruangan mengekskresikan 200 mL keringat tambahan, dan bagi orang yang aktif jumlahnya lebih banyak lagi. Selain mengeluarkan air dan panas, keringat juga merupakan sarana untuk mengekskresikan garam, karbondioksida, dan dua molekul organik hasil pemecahan protein yaitu amoniak dan urea. Terdapat dua jenis kelenjar keringat, yaitu kelenjar keringat apokrin dan kelenjar keringat merokrin: a. Kelenjar keringat apokrin terdapat di daerah aksila, payudara dan pubis, serta aktif pada usia pubertas dan menghasilkan sekret yang kental dan bau yang khas. Kelenjar keringat apokrin bekerja ketika ada sinyal dari sistem saraf dan hormon sehingga sel-sel mioepitel yang ada di sekeliling kelenjar berkontraksi dan menekan kelenjar keringat apokrin. Akibatnya kelenjar keringat apokrin melepaskan sekretnya ke folikel rambut lalu ke permukaan luar; b. Kelenjar keringat merokrin (ekrin) terdapat di daerah telapak tangan dan kaki. Sekretnya mengandung air, elektrolit, nutrien organik, dan sampah metabolisme. Kadar pH-nya berkisar 4.0 – 6.8. Fungsi dari kelenjar keringat merokrin adalah mengatur temperatur permukaan, mengekskresikan air dan elektrolit serta melindungi dari agen asing dengan cara mempersulit perlekatan agen asing dan menghasilkan dermicidin, sebuah peptida kecil dengan sifat antibiotik.

Bisa ditambahkan gambar kulit.

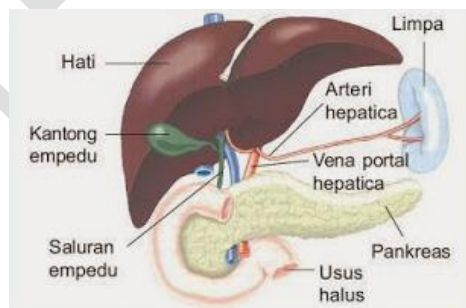
c. Paru-paru

Paru-paru berada di dalam rongga dada manusia sebelah kanan dan kiri yang dilindungi oleh tulang-tulang rusuk. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kanan yang memiliki tiga

gelambir dan paru-paru kiri memiliki dua gelambir. Paru-paru sebenarnya merupakan kumpulan gelembung alveolus yang terbungkus oleh selaput yang disebut selaput pleura. Fungsi paru-paru Dalam Sistem Ekskresi adalah mengeluarkan karbondioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Proses yang terjadi pada paru-paru adalah didalam paru-paru terjadi proses pertukaran antara gas oksigen dan karbondioksida. Setelah membebaskan oksigen, sel-sel darah merah menangkap karbondioksida sebagai hasil metabolisme tubuh yang akan dibawa ke paru-paru. Di paru-paru karbondioksida dan uap air dilepaskan dan dikeluarkan dari paru-paru melalui hidung.

d. Hati

Organ hati sebelumnya telah dijelaskan materi sistem pencernaan. Dari beberapa fungsi hati, yang terkait dengan fungsi ekskresi adalah 1) menghasilkan Getah Empedu. Getah empedu dihasilkan dari hasil perombakan sel darah merah. Getah ini ditampung di dalam kantung empedu kemudian disalurkan ke usus 12 jari. Getah empedu pada dasarnya terdiri atas dua komponen yaitu garam empedu dan zat warna empedu. Garam empedu berfungsi dalam proses pencernaan makanan yaitu untuk mengemulsi lemak. Sedangkan zat warna empedu tidak berfungsi sehingga harus diekskresikan. Zat warna empedu yang diekskresikan ke usus 12 jari, sebagian menjadi sterkobilin, yaitu zat yang mewarnai feses dan beberapa diserap kembali oleh darah dibuang melalui ginjal sehingga membuat warna pada urine yang disebut urobilin. Kedua zat ini mengakibatkan warna feses dan urine kuning kecoklatan. 2) Menghasilkan Urea Urea adalah salah satu zat hasil perombakan protein. Karena zat ini beracun bagi tubuh maka harus dibuang keluar tubuh. Dari hati urea diangkut ke ginjal untuk dikeluarkan bersama urine.



Gambar. Struktur hati
Sumber. Biology, Glenn and Susan Toole

5. Sistem Reproduksi Pada Manusia

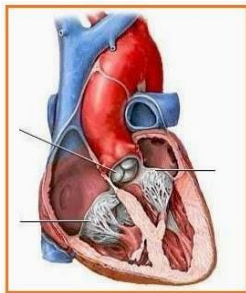
Organ-organ reproduksi

hubungan antara siklus menstruasi dengan penggunaan salah satu alat kontrasepsi.

Commented [M4]: organ reproduksi pada pria dan wanita. (dalam maupun luar) dibahas sampai pada proses menstruasi dan penggunaan alat kontrasepsi karena ada di KD. Maaf bu belum sempat sy carikan materinya

Contoh Soal 1

Di dalam jantung terdapat beberapa katup atau sekat yang membatasi ruang ruang jantung.



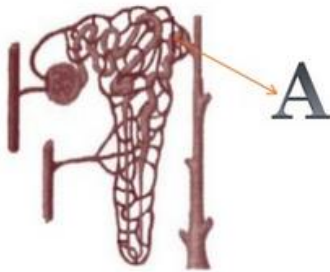
Dimana letak katup semilunaris?

Pembahasan

Katup semilunaris (SV) adalah dua struktur katup yang duduk di antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis dan antara ventrikel kiri dan aorta. Katup semilunaris terbuka untuk membiarkan darah lolos dari ventrikel. Ventrikel kanan memompa ke dalam arteri pulmonalis, yang mengarah ke paru-paru, dan ventrikel kiri bermuara pada aorta, arteri utama yang mendistribusikan darah yang kaya oksigen ke seluruh tubuh.

Contoh Soal 2

Perhatikan gambar berikut!



Proses apa yang berlangsung pada bagian yang ditunjuk huruf A?.

Pembahasan

Augmentasi. Proses ini terjadi di tubulus kontortus distal dan juga di saluran pengumpul. Pada bagian ini terjadi pengumpulan cairan dari proses sebelumnya. Di bagian ini juga masih terjadi penyerapan ion natrium, klor serta urea.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB IX

ZAT ADITIF DAN ADIKTIF SERTA SIFAT BAHAN DAN PEMANFATANNYA



**Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 9

ZAT ADITIF DAN ADIKTIF SERTA SIFAT BAHAN DAN PEMANFATANNYA



Sumber: www.slideshare.net

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan zat aditif (alami dan buatan) dalam makanan dan minuman (segar dan dalam kemasan), dan zat adiktif-psikotropika serta pengaruhnya terhadap kesehatan.
2. Mendeskripsikan keterkaitan sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengaruh pemanfaatan bahan tertentu terhadap kesehatan manusia.

A. Zat Aditif

Zat aditif adalah zat-zat yang ditambahkan pada makanan selama proses produksi, pengemasan atau penyimpanan untuk maksud tertentu. Penambahan zat aditif dalam makanan berdasarkan pertimbangan agar mutu dan kestabilan makanan tetap terjaga dan untuk mempertahankan nilai gizi yang mungkin rusak atau hilang selama proses pengolahan.

Pada awalnya zat-zat aditif tersebut berasal dari bahan tumbuh-tumbuhan yang selanjutnya disebut zat aditif alami. Umumnya zat aditif alami tidak menimbulkan efek

samping yang membahayakan kesehatan manusia. Akan tetapi, jumlah penduduk bumi yang makin bertambah menuntut jumlah makanan yang lebih besar sehingga zat aditif alami tidak mencukupi lagi. Oleh karena itu, industri makanan memproduksi makanan yang memakai zat aditif buatan (sintesis). Bahan baku pembuatannya adalah dari zat-zat kimia yang kemudian direaksikan.

1. Bahan Pewarna



Gambar 9.1 Makanan berwarna
Sumber: dkk.sukoharjokab.go.id

Bahan pewarna adalah zat aditif yang ditambahkan untuk meningkatkan warna pada makanan atau minuman. Bahan pewarna dicampurkan untuk memberi warna pada makanan, meningkatkan daya tarik visual pangan, merangsang indera penglihatan, menyeragamkan dan menstabilkan warna, dan menutupi atau mengatasi perubahan warna. Ada 2 jenis bahan pewarna pada makanan yaitu alami dan sintetis (buatan).

a. Pewarna alami

Pewarna alami adalah pewarna yang dapat diperoleh dari alam, baik dari tumbuhan dan hewan. unyit (warna kuning), daun suji dan daun pandan (warna hijau), warna telang (warna biru keunguan), gula kelapa (warna merah kecoklatan), cabe dan bunga belimbing sayur (warna merah). Pewarna alami ini sangat aman bagi kesehatan manusia.



Gambar 9.2 Contoh bahan pewarna alami
Sumber: hannymeilanni.blogspot.com

Pewarna alami mempunyai keunggulan, yaitu umumnya lebih sehat untuk dikonsumsi daripada pewarna buatan. Namun, pewarna makanan alami memiliki beberapa kelemahan, yaitu cenderung memberikan rasa dan aroma khas yang tidak diinginkan, warnanya mudah rusak karena pemanasan, warnanya kurang kuat (pucat), dan macam warnanya terbatas.

Tabel 9.1 Beberapa contoh bahan pewarna alami

NO	Warna Yang Diinginkan	Contoh Sumber
1	Biru	Buah murbei, buah anggur
2	Coklat	Buah pinang, kakao, karamel
3	Merah	Buah naga, buah bit
4	Jingga	Buah somba
5	Hijau	Daun suji
6	Merah muda	Kulit kayu mahoni
7	Orange	Wortel
8	Kuning	Kunyit

b. Pewarna buatan

Pewarna buatan atau sintetis yang terbuat dari bahan kimia. Bahan pewarna buatan dipilih karena memiliki beberapa keunggulan dibanding pewarna alami, yaitu harganya murah, praktis dalam penggunaan, warnanya lebih kuat, macam warnanya lebih banyak, dan warnanya tidak rusak karena pemanasan. Penggunaan bahan pewarna buatan untuk makanan harus melalui pengujian yang ketat untuk kesehatan konsumen. Contoh bahan pewarna buatan seperti tartrazin untuk warna kuning, blilant blue untuk warna biru, alura red untuk warna merah. Meski aman dalam takran tertentu, namun sebaiknya tidak dikonsumsi dalam jumlah yang banyak dan terus menerus.

Penggunaan pewarna buatan secara aman sudah begitu luas digunakan masyarakat sebagai bahan pewarna dalam produk makanan. Namun, di masyarakat masih sering ditemukan penggunaan bahan pewarna buatan yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Pewarna tekstil yang sering disalahgunakan sebagai pewarna makanan, antara lain rhodamine B (warna merah) dan metanil yellow (warna kuning). Bahan – bahan itu dapat memicu terjadinya kanker.



Gambar 9.3 Contoh makanan yang terindikasi bahan pewarna tekstil
Sumber: dkk.sukoharjokab.go.id

Tabel 9.2 Pewarna yang diijinkan dan pewarna yang tidak diijinkan

NO	Pewarna yang diijinkan	Pewarna yang tidak diijinkan		
1	Biru berlian	Auramine	Fast Yellow AB	Orange G
2	Cokelat HT	Orange RN	Black 7984	Magenta
3	Eritrosin	Metanii Yellow	Ponceau SX	Chrysoine
4	Hijau FCF	Chocolate Brown FB	Oil Yellow AB	Sudan 1
5	Hijau S	Alkanet	Guinea green B	Orange GGN
6	Indigotin	Orchil and Orcein	Burn Umber	Violet 6 B
7	Karmoisin	Oil orange SS	Ponceau 6R	Citrus Red No.2
8	Kuning FCF	Fast Red E	Oil Yellow OB	
9	Kuning kuinolin	Butter Yellow	Indathrene Blue RS	
10	Merah alura	Ponceau 3 R	Chrysoidine	

2. Pemanis

Pemanis merupakan senyawa kimia yang sering ditambahkan dan digunakan untuk keperluan produk olahan pangan, industri serta minuman dan makanan kesehatan. Pemanis dipakai untuk menambah rasa manis yang lebih kuat pada bahan makanan.

Pemanis dapat dibedakan menjadi dua yaitu pemanis alami dan buatan. Pemanis alami merupakan bahan pemberi rasa manis yang diperoleh dari bahan-bahan nabati maupun hewani. Pemanis alami yang umum dipakai adalah gula pasir, gula tebu atau gula pasir, gula merah, madu, dan kulit kayu.

- Gula tebu atau gula pasir mengandung zat pemanis fruktosa yang merupakan salah satu jenis glukosa. Gula tebu atau gula pasir yang diperoleh dari tanaman tebu merupakan pemanis yang paling banyak digunakan. Selain memberi rasa manis, gula tebu juga bersifat mengawetkan.
- Gula merah merupakan pemanis dengan warna coklat. Gula merah merupakan pemanis kedua yang banyak digunakan setelah gula pasir. Kebanyakan gula jenis ini digunakan untuk makanan tradisional, misalnya pada bubur, dodol, kue apem, dan gulali.

- c. Madu merupakan pemanis alami yang dihasilkan oleh lebah madu. Selain sebagai pemanis, madu juga banyak digunakan sebagai obat.
- d. Kulit kayu manis merupakan kulit kayu yang berfungsi sebagai pemanis. Selain itu kayu manis juga berfungsi sebagai pengawet.

Sedangkan Pemanis buatan adalah senyawa hasil sintetis laboratorium yang merupakan bahan tambahan makanan yang dapat menyebabkan rasa manis pada makanan. Pemanis buatan ini antara lain aspartam, sakarin, kalium asesulfam, dan siklamat.

a. Aspartam

Aspartam mempunyai nama kimia aspartil fenilalanin metil ester, merupakan pemanis yang digunakan dalam produk-produk minuman ringan. Aspartam merupakan pemanis yang berkalori sedang. Tingkat kemanisan dari aspartam 200 kali lebih manis daripada gula pasir. Aspartam dapat terhidrolisis atau bereaksi dengan air dan kehilangan rasa manis, sehingga lebih cocok digunakan untuk pemanis yang berkadar air rendah.

b. Sakarin

Sakarin adalah pemanis buatan yang tidak berkalori. Sakarin dibuat dari garam natrium. Asam sakarin berbentuk bubuk kristal putih, tidak berbau dan sangat manis. Sakarin mempunyai tingkat kemanisan 200-500 kali dari rasa manis sukrosa (gula pasir).

Sakarin dan aspartam sering digunakan di industri minuman kaleng atau kemasan. Keunggulan sakarin, yaitu tidak bereaksi dengan bahan makanan, sehingga makanan yang ditambah dengan sakarin tidak mengalami kerusakan dan harganya murah. Kelemahan sakarin adalah mudah rusak bila dipanaskan sehingga mengurangi tingkat kemanisannya. Selain itu, sakarin kerap kali menimbulkan rasa pahit. Penggunaan sakarin yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan tubuh manusia, misalnya menimbulkan kanker.



Gambar 9.4 Beberapa contoh pemanis alami yang sering digunakan
Sumber: www.guruipa.com

c. Kalium Asesulfam

Kalium Asesulfam memiliki tingkat kemanisan sekitar 200 kali dari kemanisan gula pasir. Kelebihan kalium Asesulfam adalah mempunyai sifat stabil pada pemanasan dan tidak mengandung kalori.

d. Siklamat

Siklamat terdapat dalam bentuk kalsium dan natrium siklamat dengan tingkat kemanisan yang dihasilkan kurang lebih 30 kali lebih manis daripada gula pasir. Makanan dan minuman yang sering dijumpai mengandung siklamat antara lain: es krim, es puter, selai, saus, es lilin, dan berbagai minuman fermentasi. Beberapa negara melarang penggunaan siklamat karena diperkirakan mempunyai efek karsinogen. Batas maksimum penggunaan siklamat adalah 500–3.000 mg per kg bahan makanan.

Perbedaan Pemanis Alami dengan Pemanis Buatan

Orang memilih jenis pemanis untuk makanan yang dikonsumsi tentu dengan alasan masing-masing. Pemanis alami tentu lebih aman, tetapi harganya lebih mahal. Pemanis buatan lebih murah, tetapi aturan pemakaiannya sangat ketat karena bisa menyebabkan efek negatif yang cukup berbahaya.

Pada kadar yang rendah atau tertentu, pemanis buatan masih diijinkan untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan, tetapi pada kadar yang tinggi bahan ini akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan.

Tabel 9.3 Perbedaan pemanis alami dan pemanis buatan

NO.	Pemanis Alami	Pemanis Buatan
1	Pada suhu tinggi bias terurai	Cukup stabil bila dipanaskan
2	Memiliki kalori tinggi	Memiliki kalori rendah
3	Berasa manis normal	Jauh lebih manis daripada pemanis alami
4	Lebih aman dikonsumsi	Sebagian berpotensi penyebab karsinogen (penyebab kanker)

3. Pengawet

Pengawetan bahan makanan dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologi. Pengawetan bahan makanan secara fisik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pemanasan, pendinginan, pembekuan, pengasapan, pengalengan, pengeringan, dan penyinaran. Pengawetan secara biologis dapat dilakukan dengan fermentasi atau peragian, dan penambahan enzim, misalnya enzim papain dan enzim *bromelin*. Pengawetan secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan bahan pengawet yang diijinkan.



Gambar 9.5 Contoh makanan yang diawetkan
Sumber: www.sinarharapan.com

4. Penyedap Makanan

Penyedap makanan adalah bahan tambahan makanan yang tidak menambah nilai gizi. Penyedap makanan sebagai penguat rasa protein, penurun rasa amis pada ikan, dan penguat aroma buah-buahan. Berikut diuraikan beberapa contoh penyedap makanan.

a. Penyedap rasa

Penyedap rasa atau penegas rasa adalah zat yang dapat meningkatkan cita rasa makanan. Penyedap berfungsi menambah rasa nikmat dan menekan rasa yang tidak diinginkan dari suatu bahan makanan. Penyedap rasa ada yang diperoleh dari bahan alami maupun sintetis.

Penyedap rasa alami berasal dari rempah-rempah, misalnya: bawang putih, bawang bombay, pala, merica, ketumbar, serai, pandan, daun salam, dan daun pandan, dll. Penyedap sintetis pada dasarnya merupakan tiruan dari yang terdapat di alam, tetapi karena kebutuhannya jauh melebihi dari yang tersedia maka sejauh mungkin dibuatlah tiruannya.



Gambar 9.6 Contoh bahan penyedap alami

Sumber: sharingdisini.com

Penyedap sintetik yang sangat populer di masyarakat adalah vetsin atau MSG (*mononatrium glutamat*). Di pasaran, senyawa tersebut dikenal dengan beragam merek dagang, misalnya Ajinomoto, Miwon, Sasa, Royco, Maggi, dan lain sebagainya. MSG merupakan garam natrium dari asam glutamat yang secara alami terdapat dalam protein nabati maupun hewani. Daging, susu, ikan, dan kacang-kacangan mengandung sekitar 20% asam glutamat. Oleh karena itu, tidak mengherankan bila kita mengonsumsi makanan yang mengandung asam glutamat akan terasa lezat dan gurih meski tanpa bumbu-bumbu lain. Keunikan dari MSG adalah bahwa meskipun tidak mempunyai cita rasa, tetapi dapat membangkitkan cita rasa komponen-komponen lain yang terkandung dalam bahan makanan. Sifat yang semacam itu disebut dengan *taste enhancer* (penegas rasa). Meskipun MSG dikonsumsi oleh semua orang, MSG mempunyai pengaruh atau efek buruk yaitu menimbulkan gangguan kesehatan.



Gambar 9.7 Contoh MSG

Sumber: bikinngiler.wordpress.com

b. Pemberi aroma

Pemberi aroma adalah zat yang dapat memberikan aroma tertentu pada makanan atau minuman, sehingga dapat membangkitkan selera konsumen. Penambahan zat pemberi aroma menyebabkan makanan memiliki daya tarik untuk dinikmati. Zat pemberi aroma yang berasal dari bahan segar atau ekstrak dari bahan alami, misalnya minyak atsiri dan vanili. Pemberi aroma yang merupakan senyawa sintetik, misalnya: amil asetat



Gambar 9.8 Minyak atsiri

Sumber: www.rianasaraswati.com

mempunyai cita rasa seperti pisang ambon, amil kaproat (aroma apel), etil butirat (aroma nanas), vanilin (aroma vanili), dan metil antranilat (aroma buah anggur). Jeli merupakan salah satu contoh makanan yang menggunakan zat pemberi aroma.



Gambar 9.9 Jeli
Sumber: rumahjelly.wordpress.com

B. Zat Adiktif

Zat adiktif adalah obat serta bahan-bahan aktif yang apabila dikonsumsi oleh organisme hidup dapat menyebabkan kerja biologi serta menimbulkan ketergantungan atau adiksi yang sulit dihentikan dan berefek ingin menggunakannya secara terus-menerus yang jika dihentikan dapat memberi efek lelah luar biasa atau rasa sakit luar biasa. Zat adiktif dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu 1) zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika; 2) zat adiktif narkotika; dan 3) zat adiktif psikotropika.

1. Zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika

Zat adiktif jenis ini sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, bahkan mungkin juga sering kita konsumsi pada bahan makanan atau minuman yang mengandung zat adiktif tersebut. Adapun yang termasuk dalam zat adiktif bukan narkotika dan psikotropika, yaitu :

a. Kafein

Bagi kalian penggemar teh atau kopi, mungkin kalian sudah tahu tentang kandungan kafein yang terdapat pada teh dan kopi. Teh yang mengandung kafein membuat hampir sebagian besar dari kita menjadi terbiasa untuk mengkonsumsinya setiap hari. Tetapi teh aman dan baik untuk dikonsumsi setiap hari dalam jumlah yang wajar dan tidak berlebihan. Selain mengandung kafein, teh juga mengandung *theine*, *teofilin*, dan *teobromin* dalam jumlah sedikit.

Sementara itu, kopi memiliki kandungan kafein yang lebih tinggi daripada teh. Kopi yang terbuat dari biji kopi yang disangrai dan dihancurkan menjadi bubuk kopi umumnya dikonsumsi orang dengan tujuan agar mereka tidak mengantuk sebab kafein dalam kopi dapat meningkatkan respons kewaspadaan pada otak. Oleh karena itu kopi tidak dianjurkan untuk diminum secara berlebihan. Tetapi kopi juga memiliki sejumlah manfaat pada beberapa terapi kesehatan, seperti mencegah penyakit Parkinson, kanker usus, kanker lambung, dan kanker paru-paru. Untuk beberapa kasus tertentu, kopi juga dapat menjadi obat sakit kepala, tekanan darah rendah, dan obesitas.



Gambar 9.10 Kopi dan teh yang mengandung kafein
Sumber: blog.puali.com

b. Nikotin

Nikotin terdapat dalam rokok yang dibuat dari daun tembakau melalui proses tertentu dan dicampur dengan bunga cengkeh serta beberapa macam bahan aroma. Kandungan nikotin



Gambar 9.11 Rokok yang mengandung nikotin
Sumber: poskotanews.com

pada rokok inilah yang menyebabkan orang menjadi berkeinginan untuk mengulang dan terus-menerus merokok. Selain mengandung nikotin, rokok juga mengandung tar. Kita juga sudah mengetahui tentang bahaya rokok pada kesehatan, yaitu dapat merugikan organ-organ tubuh bagian luar, seperti

perubahan warna gigi dan kulit, maupun organ tubuh bagian dalam yang dapat memicu kanker paru-paru.

2. Zat adiktif narkotika

Narkotika merupakan zat adiktif yang sangat berbahaya dan penggunaannya dilarang di seluruh dunia. Penggunaan narkotika tidak akan memberi efek positif pada tubuh tetapi malah akan memberikan efek negatif. Jika digunakan maka penggunaannya akan mengalami penurunan atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa, mengurangi bahkan menghilangkan rasa nyeri, tetapi setelah itu penggunaannya akan merasa tergantung dan akan mengulangi secara terus-menerus untuk menggunakan narkotika yang memiliki banyak jenis ini. Jika sudah begini maka

akan sulit untuk lepas dari jerat narkoba yang hanya akan memberi siksaan pada penggunaanya.

Narkoba hanya diperbolehkan dalam dunia medis yang biasanya digunakan sebagai obat bius untuk orang yang akan dioperasi, dan penggunaannya pun sesuai prosedur yang telah ditentukan dalam standar kesehatan internasional. Jenis-jenis narkoba ini misalnya sabu,



Gambar 9.12 Jenis-jenis narkoba
Sumber: jogja.tribunnews.com

opium, kokain, ganja, heroin, amphetamine, dll. Karena berbahayanya maka menyimpan salah satu dari jenis narkoba tersebut akan dikenakan hukuman yang sangat berat misalnya saja hukuman mati.

3. Zat adiktif psikotropika

Psikotropika merupakan zat atau obat baik alamiah maupun sintetis yang bukan merupakan narkoba, yang berkhasiat psikoaktif, berpengaruh selektif pada saraf pusat yang menyebabkan perubahan khas pada aktivitas mental dan perilaku seseorang. Zat psikotropika dapat menurunkan aktivitas otak atau merangsang susunan saraf pusat dan menimbulkan kelainan perilaku, disertai halusinasi, ilusi, gangguan cara berpikir, dan perubahan alam perasaan.

Psikotropika sendiri merupakan zat atau obat, baik itu yang alamiah ataupun sintetis, tapi bukan narkoba yang berguna sebagai psikoaktif yang mempunyai pengaruh selektif dalam susunan syaraf pusat yang dapat menimbulkan perubahan khas aktivitas mental serta perilaku. Hampir semua zat adiktif masuk dalam psikotropika, namun tidak semua psikotropika dapat menyebabkan ketergantungan. Beberapa yang termasuk golongan psikotropika adalah Sedative-Hipnotik, Amfetamin, dan obat halusinogenik.



Gambar 9.13 Contoh peralatan pemakai psikotropika
Sumber: jogja.tribunnews.com

a. Sedatif-Hipnotik (Depresan)

Sedative-Hipnotik merupakan penekan susunan saraf pusat. Dalam dosis kecil dapat mengatasi ansietas (perasaan cemas) sedangkan dalam jumlah besar dapat menginduksi tidur. Contohnya antara lain : sedatin/pil BK, rohypnol, magadon, valium dan mandrax (MX). Sedative-Hipnotik yang banyak disalahgunakan adalah golongan Benzodiazepin yang dapat



Gambar 9.14 Contoh Sedative-Hipnotik (Depresan)
Sumber: metroworld.us

dikonsumsi secara oral (ditelan). Pengaruh Sedative-Hipnotik terhadap susunan saraf pusat bergantung pada dosis atau jumlah yang dipakai, dengan tingkat pengaruh sebagai berikut :

- 1) Dalam jumlah kecil, menyebabkan rasa tenang, mengurangi ansietas, dan terjadi pengendalian diri yang kurang terkontrol.
- 2) Dalam jumlah sedang, menyebabkan mengantuk, menginduksi tidur dan memperpanjang tidur.
- 3) Dalam dosis yang lebih banyak, menimbulkan efek anestesi, hilang kesadaran, dan amnesia.

b. Amfetamin (Stimulan)

Amfetamin adalah suatu bahan sintetik (buatan) yang tergolong perangsang susunan saraf. Ada tiga jenis amfetamin yaitu laevoamfeamin (benzedrin), dekstroamfetamin (deksedrin), dan metilamfetamin (metedrin). Golongan amfetamin yang banyak disalahgunakan adalah MDMA (3,4, metilan-di-oksi met-amfetamin) atau lebih dikenal dengan ekstasi dan metamfetamin (shabu-shabu). Amfetamin dapat dikonsumsi dengan cara ditelan, yang kemudian akan diabsorpsi seluruhnya ke dalam darah. Pada penggunaan secara intravena dalam beberapa detik akan sampai di otak.



Gambar 9.15 Contoh amfetamin (stimulan)
Sumber: www.acehtraffic.com

c. Halusinogen

Halusinogen berpengaruh terhadap persepsi bagi penggunanya. Orang yang mengkonsumsi obat tersebut akan menjadi orang yang sering berhalusinasi, misalnya mereka mendengar atau merasakan sesuatu yang ternyata tidak ada. Pengaruh halusinogen ini sangat bervariasi, sehingga sulit diramalkan bagaimana atau kapan mereka mulai berhalusinasi.

Halusinogen alami antara lain ganja, kecubung, meskalin yang berasal dari kaktus *Lophophora williamsii* dan psilocybin yang berasal dari jamur *Psilocybe mexicana* dan halusinogen sintetis antara lain adalah LSD (Lysergic acid Diethylamide). Ganja akan menimbulkan halusinogen bila pada dosis yang tinggi.



Gambar 9.16 Ganja
Sumber: www.guruipa.com

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB X

KELISTRIKAN DAN KEMAGNETAN



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB X

KELISTRIKAN DAN KEMAGNETAN



Kompetensi Guru Mata Pelajaran (KD)

- Mendeskripsikan karakteristik rangkaian listrik, transmisi energi listrik, sumber-sumber energi listrik alternatif (termasuk bioenergi), berbagai upaya dalam menghemat energi listrik, serta penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
- Memahami konsep listrik statis, muatan listrik, potensial listrik, hantaran listrik, kelistrikan pada sistem syaraf dan contohnya pada hewan-hewan yang mengandung listrik

Listrik menjadi bagian yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Coba bayangkan bagaimana kehidupan manusia sebelum adanya listrik. Lampu dan peralatan elektronik tidak bisa digunakan. Dunia akan gelap gulita di malam hari. Tidak ada TV, atau Hp yang bisa dilihat atau digunakan. Sebagai manusia tentu kita pantas bersyukur dengan ditemukannya listrik dengan segala manfaat yang mengiringinya. Hal yang juga menakjubkan adalah ternyata dalam tubuh manusia juga terdapat listrik. Sistem saraf manusia merupakan salah satu aplikasi dari listrik. Dalam bab ini akan dibahas secara lengkap dua jenis listrik yaitu listrik statis dan listrik dinamis dalam kaitannya dengan kehidupan manusia.

A. Kelistrikan

1. Listrik statis

a. Muatan listrik

Listrik (*electricity*) berasal dari kata Yunani elektron, yang berarti “amber”. Amber adalah pohon damar yang membatu, dan orang dulu mengetahui bahwa jika batang ambar digosok

dengan kain, maka batang ambar itu akan menarik daun-daun kecil atau debu. Anda juga dapat membuat hal yang sama dengan batang ambar dengan menggunakan mistar atau batang kaca. Mistar digosok-gosok pada rambut kering kemudian didekatkan dengan serpihan kertas dan potongan-potongan kertas tersebut tertarik pada mistar. Efek tersebut disebut dengan listrik statis. Listrik sendiri didefinisikan sebagai aliran atau pergerakan elektron, yakni suatu partikel bermuatan negatif yang ditemukan pada setiap atom. Terkait dengan tertariknya serpihan kertas pada mistar yang sudah digosok dengan rambut disebabkan oleh adanya perbedaan muatan listrik.



Gambar 15.1 Mistar menarik kertas

Sumber: Giancoli, 2005

Muatan listrik ada dua yaitu muatan listrik positif dan muatan listrik negatif. Nama tersebut diberikan oleh negarawan, filsuf, dan ilmuwan Amerika Benjamin Franklin (1706-1790). Jika dua benda saling bergesekan, maka elektron akan ditarik dari satu benda dan dilemparkan ke benda lain. Hal tersebut akan menyebabkan tumpukan elektron sehingga terjadi muatan negatif pada salah satu benda. Hilangnya elektron pada benda yang lain menyebabkan terjadinya muatan positif. Sebagai contoh penggaris plastis yang digosok dengan rambut atau handuk akan bermuatan negatif dan handuk bermuatan positif. Muatan yang sama jika didekatkan akan tolak menolak dan muatan yang berbeda jika didekatkan akan tarik menarik.

b. Hukum Coulomb

Ilmuwan yang mengkaji gaya interaksi partikel-partikel bermuatan secara rinci pada tahun 1784 adalah Charles Augustin de Coulomb (1736-1806). Coulomb menggunakan neraca penter seperti yang digunakan oleh Cavendish (menyelidiki interaksi antara benda-benda dan menemukan nilai konstanta Gravitasi). Dia menggunakan benda bermuatan yang dipisahkan dengan jarak r . Dari hasil penyelidikan tersebut, dia menemukan bahwa gaya listrik yang terjadi sebanding dengan $1/r^2$. Gaya listrik yang dihasilkan bergantung pada kuantitas muatan pada setiap benda yang dinyatakan dengan q atau Q .

Untuk menyelidiki hubungan antara gaya listrik dengan kuantitas muatan, Coulomb membagi sebuah muatan ke dalam dua bagian yang sama dengan menempatkan sebuah konduktor bola kecil yang bermuatan, bersentuhan dengan sebuah bola identik tetapi tidak bermuatan. Dia mengamati bahwa gaya yang dikerahkan oleh kedua muatan titik Q_1 dan Q_2 pada satu sama lain adalah sebanding dengan setiap muatan jika jarak antar kedua muatan tetap sama. Oleh karena itu, dapat dikatakan gaya yang dikerahkan oleh kedua muatan tersebut sebanding dengan hasil kali Q_1 dengan Q_2 dari muatan itu dan berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak r . Hasil penyelidikan Coulomb inilah yang menghasilkan sebuah hukum yang dikenal dengan Hukum Coulomb yaitu:

Besarnya gaya listrik di antara dua muatan titik bebanding langsung dengan hasil kali besar muatan-muatan itu dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak diantara muatan-muatan tersebut.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \dots\dots\dots (15-1)$$

Arah gaya yang dikerahkan oleh kedua muatan itu selalu berada disepanjang garis yang menghubungkan kedua muatan tersebut. Jika kedua muatan memiliki tanda yang sama misalnya positif dengan positif, maka gaya pada muatan akan menjauhi satu sama lain (saling tolak). Begitu juga sebaliknya jika kedua muatan memiliki tanda yang berlawanan maka gaya akan mengarah ke muatan yang lainnya (saling tarik). Gambaran interaksi masing-masing muatan dapat dilihat pada Gambar 15.2.



Gambar 15.2 Interaksi antar partikel bermuatan. (a) muatan sejenis, (b) muatan tidak sejenis

Dalam sistem satuan SI, satuan untuk muatan adalah coulomb (C). Untuk muatan elementer disimbolkan dengan e dengan nilai sebesar $1,6022 \times 10^{-19}$ C. Nilai untuk satuan SI pada konstanta k adalah sebagai berikut.

$$k = 8,988 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

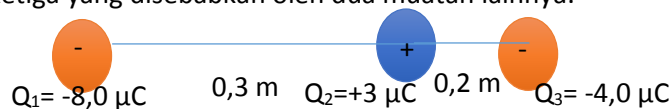
Konstanta k sering ditulis dengan konstanta lain ϵ_0 yang disebut dengan permitivitas ruang hampa. Nilai k diperoleh dari persamaan berikut ini.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

dimana $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$.

CONTOH SOAL 1

Tiga partikel bermuatan disusun dalam satu garis seperti pada gambar berikut. Hitunglah gaya neto pada partikel ketiga yang disebabkan oleh dua muatan lainnya.



Penyelesaian

Gaya neto partikel 3 merupakan jumlah vector F_{31} dan F_{32} .

$$F = -F_{32} + F_{31} = -\frac{(9 \times 10^9)(8 \times 10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{0,5^2} + \frac{(9 \times 10^9)(3 \times 10^{-6})(4 \times 10^{-6})}{0,2^2} = -2,7 \text{ N} + 1,2 \text{ N} = -1,5 \text{ N}$$

Besar gaya 1,5 N dengan arah gaya ke kiri.

c. Medan listrik

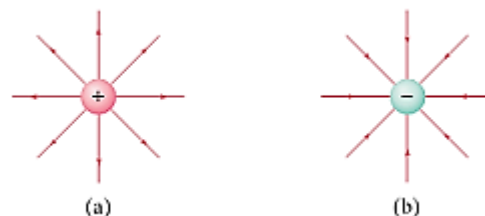
Adanya gaya antara dua benda bermuatan yang berada pada jarak tertentu memunculkan gagasan adanya *medan* di sekitar muatan tersebut. Ide *medan* pertama kali dicetuskan oleh Michael Faraday (1791-1867). Menurut Faraday suatu medan listrik keluar dari setiap muatan. Ketika muatan kedua di tempatkan di sekitar muatan pertama, maka

muatan kedua akan mengalami gaya yang disebabkan oleh adanya medan listrik di area tersebut.

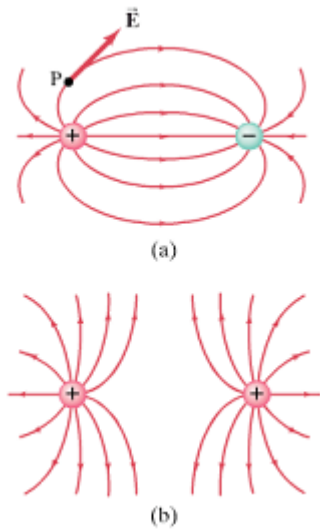
Gaya listrik pada sebuah benda bermuatan dikerahkan oleh medan listrik yang diciptakan oleh benda bermuatan lainnya. Gaya adalah sebuah besaran vector, sehingga medan listrik juga adalah besaran vector. Kita mendefinisikan medan listrik \vec{E} disebuah titik sebagai gaya listrik \vec{F} yang dialami oleh sebuah muatan uji di titik tersebut, dibagi dengan muatan uji q . dengan kata lain bahwa medan listrik sama dengan gaya listrik per satuan muatan yang dialami oleh sebuah muatan di titik tersebut.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \dots\dots\dots (15-2)$$

Oleh karena medan listrik adalah besaran vector, maka medan listrik sering disebut juga dengan medan vektor. Medan listrik divisualisasikan dengan garis-garis medan atau garis-garis gaya. *Untuk suatu muatan positif, garis-garis gaya secara radial mengarah ke luar dari muatan sedangkan untuk muatan negatif garis-garis gaya secara radial mengarah ke dalam muatan.* Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 15.3. Kita selalu dapat menggambarkan garis-garis sehingga jumlah garis yang berawal dari muatan positif, atau berakhir di muatan negatif, sebanding dengan besar muatan. Daerah yang memiliki medan listrik yang besar memiliki jumlah garis-garis gaya yang rapat. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa sifat umum dari garis medan listrik adalah *semakin rapat garis-garis tersebut, semakin kuat medan listriknya* (Lihat Gambar 15.4)



Gambar 15.3 Garis-garis medan listrik satu muatan positif (a) dan satu muatan negatif (b)



Gambar 15.4. (a) Garis-garis medan listrik pada dua muatan yang berbeda jenis, (b) Garis-garis medan listrik pada dua muatan yang sejenis

d. Potensial listrik

Potensial listrik merupakan energi potensial per satuan muatan. Potensial listrik disimbolkan dengan V . Jika muatan uji positif Q dalam sebuah medan listrik memiliki energi potensial (EP) pada titik a (relatif terhadap energi potensial nol), maka potensial listrik V_a adalah

$$V_a = \frac{EP_a}{Q} \dots\dots\dots(15-3)$$

Yang dapat diukur dari potensial listrik adalah perbedaan potensial listrik atau dikenal dengan beda potensial (tegangan). Untuk mencari beda potensial di antar dua titik A dan B di dalam sebuah medan listrik, maka kita menggerakkan muatan q dari A ke B dan selalu mempertahankannya dalam keadaan setimbang. Beda potensial didefinisikan dengan Persamaan (15-4).

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q} \dots\dots\dots(15-4)$$

Satuan SI dari beda potensial yang didapatkan dari persamaan (15-4) adalah joule/coulomb. Kombinasi ini terjadi begitu sering sehingga digunakan sebuah satuan khusus. Volt (disingkat V), untuk menyatakan satuan tersebut; yakni

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule/coulomb}$$

Biasanya titik A dipilih pada suatu jarak jauh dari semua muatan (tepatnya tak berhingga), dan potensial listrik V_A pada jarak yang tak terhingga ini diambil dengan cara sebarang sebagai nol. W yang mewakili W_{AB} adalah kerja yang harus dilakukan oleh pengaruh luar untuk menggerakkan muatan uji q dari tak berhingga ke titik yang ditinjau berpindah sejauh d .

Gaya listrik (F) pada muatan q adalah qE . Kerja W yang dilakukan oleh pengaruh gaya ini adalah seperti Persamaan (15-5).

$$W_{AB} = Fd = qEd \dots \dots \dots (15-5)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (15-5) ke dalam persamaan (15-4) maka diperoleh seperti pada Persamaan (15-6).

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q} = Ed \dots \dots \dots (15-6)$$

Persamaan (15-6) menunjukkan hubungan antara perbedaan potensial dan kekuatan medan untuk sebuah kasus khusus sederhana. Satuan SI untuk E adalah volt/meter (V/m).

Jika pengaruh gaya luar tersebut menyebabkan benda uji bergerak melalui pergeseran dl sepanjang jalan dari A ke B, maka elemen kerja yang dilakukan oleh pengaruh gaya luar adalah $F \cdot dl$ sehingga persamaan beda potensial terlihat pada Persamaan (15-7)

$$V_B - V_A = - \int_A^B E \cdot dl \dots \dots \dots (15-7)$$

Jika titik A diambil sejauh tak berhingga dan potensial V_A di tak berhingga diambil sebesar nol, maka V pada titik B, sebesar pada Persamaan (15-8) berikut.

$$V = - \int_{\infty}^B E \cdot dl \dots \dots \dots (15-8)$$

(Sumber: Resnick and Halliday, 2008)

Anggap q adalah jumlah muatan yang mengalir melalui luasan A dalam interval waktu t dan arah arus tegak lurus terhadap luasan. Maka arus I adalah sama dengan jumlah muatan dibagi dengan interval waktu (lihat Persamaan (15-9)).

$$i = \frac{dq}{dt} \dots \dots \dots (15-9)$$

Satuan-satuan SI yang sesuai adalah ampere (disingkat A) untuk i , coulomb untuk muatan q , dan detik untuk t .

Kita dapat menyatakan arus dalam kecepatan menyimpang dari muatan yang bergerak. Misalnya terdapat n partikel bermuatan persatuan volum. n adalah konsentrasi partikel dengan satuan SI m^{-3} . Anggap bahwa semua partikel bergerak dengan kecepatan menyimpang yang sama dengan besar v_d . partikel-partikel yang mengalir keluar ujung silinder yang dinaungi dengan panjang $v_d dt$ selama dt adalah partikel yang di dalam silinder selama selang waktu dt . Volume silinder tersebut adalah $Av_d dt$, dan banyaknya partikel di dalamnya adalah $nAv_d dt$. Jika setiap partikel mempunyai muatan q , muatan dQ yang mengalir keluar dari ujung silinder itu selama waktu dt terlihat pada persamaan (15-10).

$$dQ = q(nAv_d dt) = nqv_d dt, \dots \dots \dots (15-10)$$

dan arus menjadi,

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A \dots \dots \dots (15-11)$$

Arus persatuan luas penampang dinamakan kerapatan arus (*current density*) J seperti terlihat pada Persamaan (15-12).

$$J = \frac{I}{A} = nqv_d \dots \dots \dots (15-12)$$

Satuan kerapatan arus adalah ampere permeter kuadrat (A/m^2).

3) Hambatan

Jika kita memakaikan perbedaan potensial yang sama di ujung-ujung tongkat tembaga dan tongkat kayu yang mempunyai geometri yang serupa, maka dihasilkan arus-arus yang sangat berbeda. Karakteristik penghantar yang menyebabkan hal ini adalah hambatan (*resistance*). Hambatan didefinisikan dari sebuah penghantar (yang sering dinamakan tahanan = resistor dengan simbol R) di antara dua titik dengan menggunakan sebuah beda

potensial V di antara titik-titik tersebut, dan dengan mengukur arus I , dan kemudian melakukan pembagian seperti terlihat pada Persamaan (15-13)

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (15-13)$$

V dinyatakan dalam volt dan i dinyatakan dalam ampere, maka hambatan dinyatakan dalam ohm (Ω) dapat dinyatakan dengan Persamaan (15-14) dan (15-15).

$$R = \frac{V_{ab}}{i} = \frac{-\int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}}{\int j \cdot dS} \dots \dots \dots (15-14)$$

$$R = \frac{E \cdot l}{j \cdot A} \dots \dots \dots (15-15)$$

$$\rho = \frac{E}{j} \dots \dots \dots (15-16)$$

ρ adalah resistivitas atau hambatan jenis merupakan karakteristik dari suatu bahan (Lihat Persamaan (15-16)). Sedangkan konduktivitas (σ) adalah kebalikan dari resistivitas seperti Persamaan (15-17).

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \dots \dots \dots (15-17)$$

Satuan SI dari resistivitas adalah $\Omega \cdot m$. Sedangkan hambatan (Ω) dapat dilihat pada Persamaan (15-18).

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \dots \dots \dots (15-18)$$

Hambatan jenis bahan kabel penghantar (ρ) dipengaruhi suhu. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(t_c - 20^\circ C)]$$

Keterangan:

ρ_{20} = hambatan jenis bahan kabel penghantar pada suhu $20^\circ C$

α = koefisien temperatur resistivitas

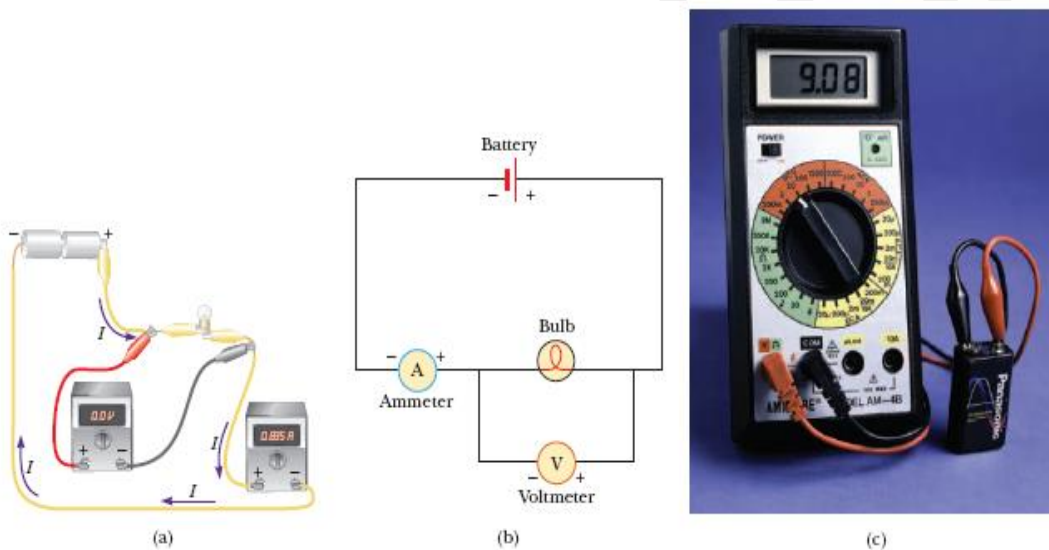
Karena resistivitas sebuah material berubah dengan suhu, maka hambatan sebuah konduktor spesifik juga berubah dengan suhu. Untuk jangkauan suhu yang tidak terlalu besar, perubahan ini secara aproksimasi adalah sebuah hubungan linear yang ditunjukkan sebagai berikut.

$$R(T) = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

$R(T)$ adalah hambatan pada suhu T dan R_0 adalah pada suhu T_0 , seringkali diambil 0°C atau 20°C .

3. Alat Ukur Listrik

Untuk mempelajari arus dalam rangkaian, diperlukan pemahaman untuk mengukur arus dan tegangan. Rangkaian yang ditunjukkan Gambar 2.4 adalah gambar rangkaian yang sebenarnya yang diperlukan untuk mengukur arus listrik, contoh Gambar 2.4a. Gambar 2.4b menunjukkan diagram rangkaian yang mewakili gambar rangkaian yang sebenarnya. Rangkaian ini hanya terdiri dari baterai dan bola lampu. Kata “rangkain” bermakna rangkaian tertutup dari sirkulasi arus yang mengalir. Alat untuk mengukur arus listrik adalah Amperemeter.



Gambar 15.7 (a) sketsa rangkaian sebenarnya yang digunakan untuk mengukur arus yang mengalir pada lampu dan beda potensial yang melewatinya. (b) diagram skematik dari rangkaian pada bagian (a). (c) Multimeter digital yang digunakan untuk mengukur beda potensial.

(Sumber: Serwett & Jerwey. 2007)

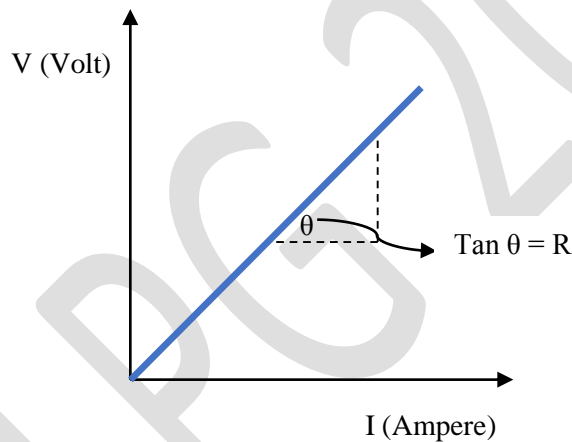
Voltmeter mengukur beda potensial, atau tegangan, antara dua ujung filamen lampu. Jika kita menggunakan dua alat ukur secara bersamaan seperti Gambar (15.7a), kita dapat memindahkan voltmeter dan melihat keberadaannya mempengaruhi hasil pengukuran arus. Voltmeter dipasang paralel dengan lampu sehingga tidak mempengaruhi pengukuran arus listrik. Gambar 15.7c menunjukkan multimeter digital yang dapat mengukur tegangan, arus, ataupun tahanan.

1. Hukum-Hukum Listrik

a. Hukum Ohm

Perbedaan potensial dengan simbol V digunakan seperti Gambar 15.8, garis lurus yang dihasilkan berarti bahwa hambatan penghantar ini adalah sama sekali tidak peduli berapapun tegangan yang dipakaikan yang kita gunakan untuk mengukur arus tersebut. Hasil penting ini dikenal dengan *hukum Ohm*.

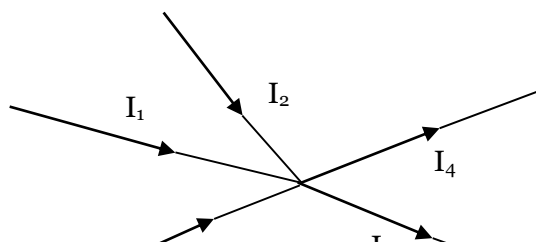
Hubungan $V = IR$ bukanlah merupakan sebuah pernyataan hukum Ohm. Sebuah penghantar mengikuti hukum ini hanya jika kurva V - I nya linear, yakni R tak tergantung dari V dan I . Hubungan $R = V/I$ tetap sebagai definisi umum hukum Ohm dari hambatan sebuah penghantar tak peduli apakah penghantar tersebut mengikuti hukum Ohm atau tidak.



Gambar 15.8 Grafik Hubungan antara tegangan dengan kuat arus

b. Hukum I Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff dikenal sebagai hukum rangkaian bercabang, menyatakan bahwa jumlah kuat arus listrik yang menuju titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan titik percabangan itu seperti terlihat pada Gambar 15.9.



Gambar 15.9 Arus listrik yang masuk ke titik percabangan

Gambar 15.9 menunjukkan beberapa arus listrik yang masuk ke sebuah titik percabangan dan kemudian keluar dari titik percabangan tersebut. Sesuai dengan hukum I Kirchhoff maka berlaku Persamaan (15-19) atau Persamaan (15-20).

$$\sum \text{Arus pada satu titik percabangan} = 0$$

.....(15-19)

dan

$$\sum i \text{ masuk} = \sum i \text{ keluar}$$

.....(15-20)

Sehingga dari persamaan tersebut maka Gambar 15.9, dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$\sum i = 0$$

$$i_1 + i_2 + i_3 - i_4 - i_5 = 0$$

$$\sum i \text{ masuk} = \sum i \text{ keluar}$$

$$i_1 + i_2 + i_3 = i_4 + i_5$$

c. Hukum II Kirchhoff

Kaidah hukum kedua Kirchhoff dikenal juga dengan teorema simpal (*loop theorem*) yang menyatakan bahwa “jumlah aljabar dari perubahan-perubahan potensial yang ditemukan di dalam sebuah lintasan lengkap dari satu titik ke titik yang sama (*complete*

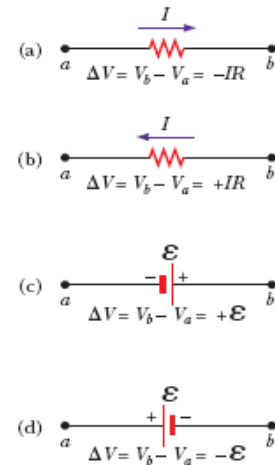
transversal) dari rangkaian tersebut haruslah sama dengan nol. Dalam rumusan matematis terlihat pada Persamaan (15-21) berikut:

$$\Sigma \mathcal{E} + \Sigma IR = 0$$

.....(15-21)

Untuk memahami teorema simpal ini terlebih untuk rangkaian kompleks diperlukan beberapa aturan sebagai berikut:

- (1) Jika sebuah hambatan dilintasi di dalam arah arus, maka perubahan potensial adalah $-iR$ (Gambar 15.10a); jika hambatan tersebut dilintasi di dalam arah yang berlawanan dengan arah arus maka perubahan potensial adalah $+iR$ (Gambar 15.10).
- (2) Jika sebuah tempat kedudukan gaya gerak listrik (\mathcal{E}) dilintasi dalam arah \mathcal{E} maka perubahan potensial adalah $+\mathcal{E}$ (Gambar 15.10c); jika tempat kedudukan \mathcal{E} tersebut dilintasi di dalam arah yang berlawanan dengan arah \mathcal{E} maka perubahan potensial adalah $-\mathcal{E}$ (Gambar 15.10d).



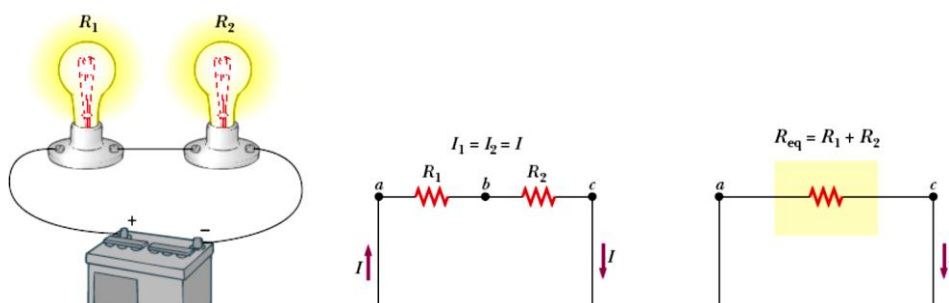
Gambar 15.10 Aturan dalam menentukan beda potensial.

Sumber: Serwett & Jerwey. 2007

2. Rangkaian Listrik

a. Rangkaian Listrik Seri

Rangkaian seri juga disebut rangkaian berderet. Sebuah rangkaian listrik disebut rangkaian seri jika dalam rangkaian tersebut hanya ada satu ringkasan yang dilalui arus listrik seri seperti Gambar 15.11 muatan listrik yang masuk pada lampu satu sebagai resistor pertama sama dengan muatan yang keluar dari resistor tersebut kemudian muatan yang sama masuk lagi ke resistor berikutnya.



- b.
- c.

Gambar 15.11 (a) Susunan seri dari bola lampu dengan resistansi R_1 dan R_2 . (b) Diagram rangkaian untuk rangkaian dua hambatan. (c) hambatan diganti dengan satu hambatan ekuivalen. (Sumber: Serwett & Jerweay, 2007)

Muatan listrik yang melalui R_1 juga akan melalui R_2 dan R_3 . Dengan demikian, arus I yang sama melewati setiap resistor. Jika V menyatakan tegangan pada ketiga resistor, maka V sama dengan tegangan sumber (baterai). V_1 dan V_3 adalah beda potensial pada masing-masing resistor R_1 dan R_2 . Berdasarkan Hukum Ohm.

$$V_1 = I.R_1 \text{ dan } V_2 = I.R_2$$

Karena resistor-resistor tersebut dihubungkan secara seri, kekekalan energi menyatakan bahwa tegangan total V sama dengan jumlah semua tegangan dari masing-masing resistor (Lihat Persamaan (15-22)).

$$V = V_1 + V_2 = I.R_1 + I.R_2 \dots\dots\dots (15-22)$$

Hambatan total pengganti susunan seri resistor (R_s) yang terhubung dengan sumber tegangan (V) dirumuskan pada Persamaan (15-23).

$$V = I.R_s \dots\dots\dots (15-23)$$

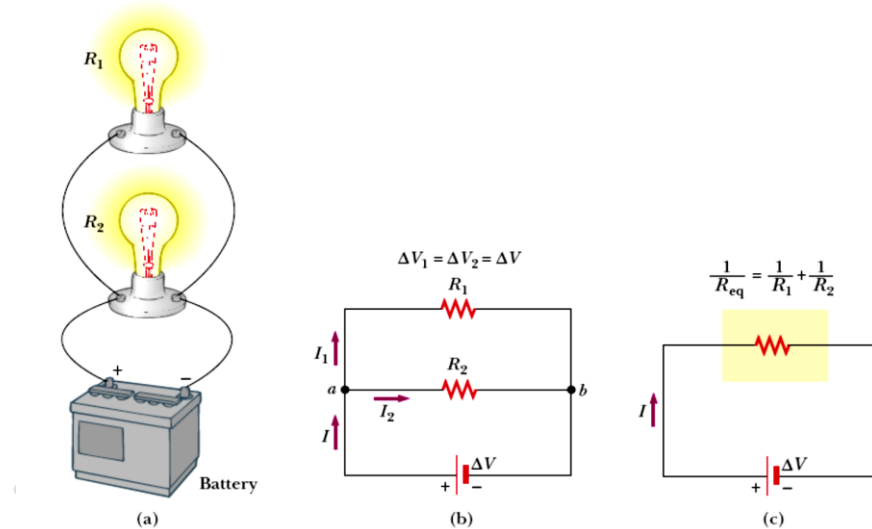
Persamaan disubstitusikan ke persamaan (15-22) dan (15-23) didapatkan Persamaan (15-24) berikut.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots\dots\dots (15-24)$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa hambatan total pengganti untuk rangkaian hambatan seri adalah jumlah keseluruhan hambatan yang terlibat dalam rangkaian tersebut.

d. Rangkaian Listrik Paralel

Rangkaian Paralel adalah salah satu rangkaian listrik yang disusun secara berderet (paralel) seperti pada Gambar 15.12. Lampu yang dipasang di rumah umumnya merupakan rangkaian paralel. Rangkain listrik paralel adalah suatu rangkaian listrik, di mana semua input komponen berasal dari sumber yang sama. Semua komponen satu sama lain tersusun paralel. Karena susunan yang demikian memerlukan jumlah kabel yang cukup banyak sehingga membutuhkan biaya yang cukup mahal. Selain kelemahan tersebut susunan paralel memiliki kelebihan tertentu dibandingkan susunan seri. Adapun kelebihanannya adalah jika salah satu komponen dicabut atau rusak, maka komponen yang lain tetap berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 15.12 (a) Rangkaian paralel dari dua bola lampu dengan resistansi R_1 dan R_2 . (b) Diagram rangkaian untuk rangkaian dua hambatan. (c) hambatan diganti dengan satu hambatan ekuivalen. (Sumber: Serwett & Jerweay, 2007)

Bagaimana dengan sifat kuat arus yang lewat ke semua cabang? (hukum 1 Kirchhoff). Aliran muatan dapat diibaratkan dengan aliran air dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Jika ada percabangan pada suatu titik maka aliran air itu akan terbagi. Besar aliran itu akan disesuaikan dengan hambatan yang ada pada setiap cabang. Yang terpenting pada pembagian itu adalah jumlah air yang terbagi harus sama dengan jumlah bagian-bagiannya. Sifat aliran air ini dapat menjelaskan bahwa kuat arus yang terbagi pada percabangan I harus sama dengan jumlah kuat arus setiap cabang seperti pada Persamaan 15-25).

$$I = I_1 + I_2 \dots \dots \dots (15-25)$$

Sesuai hukum Ohm maka kuat arus setiap cabang berbanding terbalik dengan hambatannya dengan nilai tegangan yang sama untuk tiap-tiap hambatan.

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \text{ dan } I_2 = \frac{V}{R_2} \dots\dots\dots(15-26)$$

Hambatan pengganti susunan paralel (R_p) akan menarik arus (I) dari sumber yang besarnya sama dengan arus total ketiga hambatan paralel tersebut. Arus yang mengalir pada hambatan pengganti harus memenuhi:

$$I = \frac{V}{R_p} \dots\dots\dots(15-27)$$

Substitusi persamaan (15-25) dan (15-26) ke dalam persamaan (15-27) akan diperoleh:

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 + I_3 \\ \frac{V}{R_p} &= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \end{aligned}$$

Jika kita bagi setiap ruas dengan V , didapatkan nilai hambatan pengganti (R_p) rangkaian paralel pada Persamaan (15-28).

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \dots\dots(15-28)$$

3. Energi dan Daya Listrik

a. Usaha/energi listrik

Jika kita membahas tentang listrik maka tidak bisa lepas dari sumber arus. Misalnya baterai, akumulator atau generator (PLN). Sumber arus itu sering juga disebut sumber tegangan dan sebenarnya merupakan sumber energi. Energinya adalah energi listrik. Energi listrik adalah energi yang mampu menggerakkan muatan-muatan listrik pada suatu beda potensial tertentu.

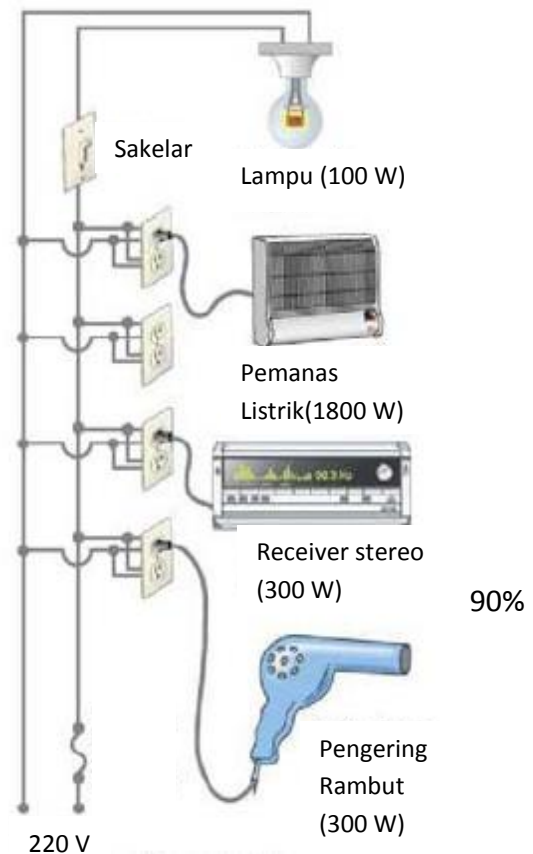
Energi listrik berguna untuk kita karena dapat diubah menjadi bentuk energi lain. (Lihat Gambar 15.13) Pada alat-alat listrik seperti pemanas listrik, kompor listrik, dan pengering rambut, energi listrik diubah menjadi energi panas pada hambatan kawat yang dikenal dengan nama “elemen pemanas”. Kemudian, pada banyak lampu, filamen kawat yang kecil menjadi sedemikian panas sehingga bersinar. Hanya beberapa persen energi listrik yang diubah menjadi cahaya tampak, dan sisanya lebih dari menjadi energi panas.

Energi listrik dapat diubah menjadi energi panas atau cahaya pada alat-alat listrik tersebut, karena arus biasanya agak besar, dan terjadi banyak tumbukan antara elektron dan atom pada kawat. Pada setiap tumbukan, terjadi transfer energi dari elektron ke atom yang ditumbuknya, sehingga energi kinetik atom bertambah dan menyebabkan suhu elemen kawat semakin tinggi.

Usaha listrik (dalam joule) yang dibutuhkan untuk mengalirkan suatu muatan q (dalam coulomb) melewati suatu penghantar beda potensial V (dalam volt) ditentukan melalui Persamaan (15-29).

$$W = qV \dots\dots\dots(15-29)$$

Jika q dan V diberi tanda yang sesuai (sebagai contoh, potensial naik sebagai positif, dan potensial turun sebagai negatif), usaha akan memiliki tanda yang tepat. Jadi untuk mengalirkan muatan positif melewati kenaikan potensial, sejumlah usaha positif harus dilakukan terhadap muatan tersebut.



Gambar 15.13 Peralatan listrik
(Sumber: Giancoli, 2009)

Pada persamaan (15-9) kalian dapat mengetahui hubungan q dengan kuat arus I yaitu $q = I t$. Dengan substitusi nilai q ini diperoleh persamaan energi listrik seperti Persamaan (15.30).

$$W = V I t \quad \dots\dots\dots(15.30)$$

dengan : W = energi listrik yang diserap hambatan (joule)
 V = beda potensial ujung-ujung hambatan (volt)
 I = kuat arus yang mengalir pada hambatan (A)
 t = waktu aliran (s)

Persamaan tersebut dikaitkan dengan hukum Ohm substitusikan $V = IR$ pada persamaan (15-30) atau substitusikan $I = V/R$, Hasilnya dapat dituliskan seperti Persamaan (15-31).

$$W = I^2 R t$$

$$W = \frac{V^2}{R} t \quad \dots\dots\dots(15-31)$$

b. Daya listrik (P)

Daya listrik dalam watt, yang dihasilkan oleh sebuah sumber energi saat mengalikan muatan q (dalam coulomb) melewati kenaikan potensial V (dalam volt) dalam waktu t (dalam detik) adalah sebagai berikut.

$$\text{Daya yang diselesaikan} = \frac{\text{kerja}}{\text{waktu}}$$

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

Karena $q/t = I$, persamaan ini dapat ditulis kembali sebagai sesuai Persamaan (15-32).

$$P = VI \quad \dots\dots\dots(15-32)$$

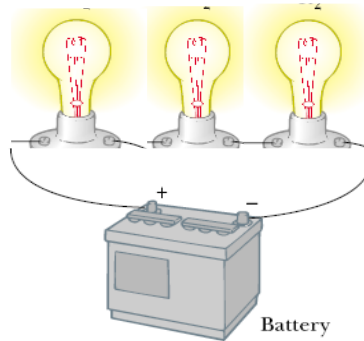
Dimana I dalam Ampere.

Daya yang hilang dalam resistor ditentukan dengan mengganti V pada VI dengan IR , atau mengganti I pada VI dengan V/R , untuk memperoleh Persamaan (15-33).

$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R \quad \dots\dots\dots(15-33)$$

Contoh Soal 2

Tiga hambatan $R_1 = 20 \, \Omega$, $R_2 = 30 \, \Omega$ dan $R_3 = 50 \, \Omega$ dirangkai seri dan dihubungkan pada beda potensial 4,5 volt seperti pada Gambar berikut. Tentukan (a) hambatan pengganti dan (b) beda potensial ujung-ujung hambatan R_2 !



Penyelesaian

a. Hambatan pengganti seri memenuhi:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 20 + 30 + 50 = 100 \, \Omega$$

b. Beda potensial ujung-ujung R_2 : V_2 dapat ditentukan dengan menghitung kuat arus terlebih dahulu:

$$I_2 = \frac{V}{R_s} = \frac{4,5 \, V}{100} = 0,045 \, A$$

Dari nilai I_2 ini dapat dihitung beda potensial V_2 sebesar:

$$V = I_2 \cdot R_2 = 0,045 \cdot 30 = 1,35 \, \text{volt}$$

A. Listrik dan Tubuh

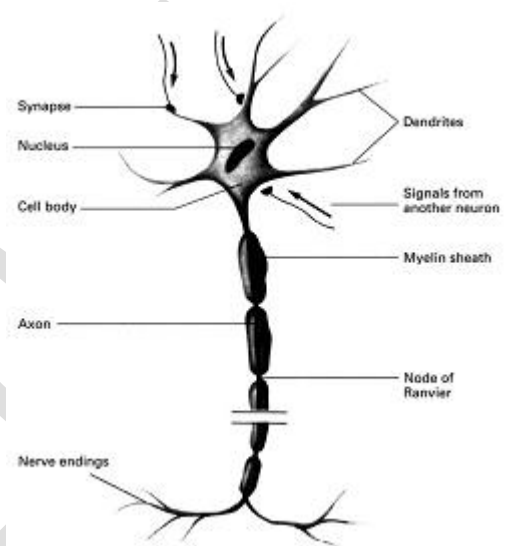
1. Mekanisme impuls saraf

Hal yang luar biasa terkait dengan fenomena listrik dalam kehidupan makhluk hidup ditemui pada sistem saraf. Sel khusus yang disebut neuron membentuk jaringan yang kompleks dalam tubuh yang menerima, memproses, dan menghantarkan informasi dari satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lain. Pusat dari jaringan ini berlokasi di otak yang memiliki kemampuan menyimpan dan menganalisis informasi. Neuron menghantarkan pesan dengan sangat cepat melalui serangkaian perubahan listrik yang disebut impuls saraf atau potensial

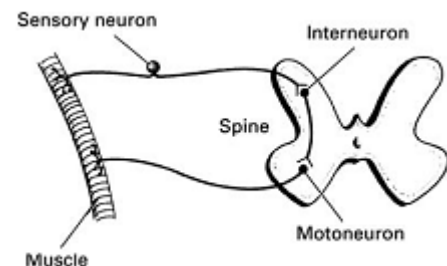
aksi akibat adanya beda potensial di dalam dan di luar membran sel. Pesan adalah pulsa listrik yang disampaikan oleh neuron. Ketika neuron menerima stimulus, maka akan menghasilkan pulsa listrik yang disebar sepanjang neuron tersebut seperti kabel. Kekuatan dari stimulus tergantung pada jumlah pulsa yang dihasilkan. Ketika pulsa mencapai ujung “kabel,” maka pulsa tersebut mengaktifasi neuron yang lain atau sel otot.

Neuron dibagi menjadi tiga yaitu neuron sensorik, neuron motorik, dan neuron interneuron. Neuron sensorik menerima stimulus(rangsangan) dari organ sensorik yang memonitor lingkungan dalam dan luar tubuh. Bergantung pada fungsi khususnya, neuron sensorik menyampaikan pesan tentang faktor-faktor seperti, panas, cahaya, tekanan, tekanan otot, bau sampai pada pusat saraf untuk diproses. Neuron motorik membawa pesan yang mengontrol sel otot. Pesan-pesan ini didasarkan pada informasi yang disediakan oleh neuron sensorik dan oleh pusat sistem saraf berlokasi di otak. Interneuron menyampaikan informasi antara neuron.

Neuron terdiri dari dendrit yang menerima rangsangan dan ekor panjang yang disebut akson yang menyebarkan signal (Lihat Gambar 15.14). Rangkaian neuron sensorik-motorik dapat dilihat pada Gambar 15.15 rangsangan dari otot memproduksi impuls saraf yang berjalan menuju tulang belakang. Di sini signal disampaikan menuju neuron motorik, yang mengirimkan impuls menuju kontrol otot. Akson yang merupakan perpanjangan dari sel neuron menghasilkan impuls listrik yang meninggalkan badan sel.



Gambar 15.14 Neuron.
Sumber: Davidovits, Paul, 2008



Gambar 15.15 Rangkaian sederhana dari neuron
Sumber: Davidovits, Paul, 2008

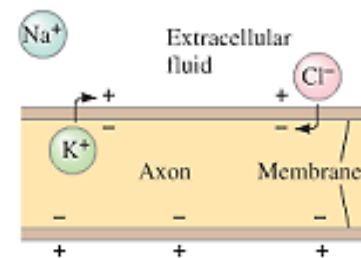
2. Potensial membran istirahat

Neuron dalam keadaan 'istirahat' berarti neuron sedang tidak mengantarkan impuls saraf. Akan tetapi pada keadaan ini tetap ada beda potensial. Perbedaan potensial ini ada karena adanya perbedaan muatan positif pada permukaan luar membran sel dan muatan negatif pada permukaan dalam (lapisan dipol). Ketika neuron tidak mengantarkan impuls/signal, potensial diam dinyatakan sebagai

$$V_{\text{dalam}} - V_{\text{luar}}$$

Yang bernilai -60 mV sampai -90mV (tanda negatif menandakan bahwa bagian dalam membran relative negatif dibandingkan bagian luar membran) bergantung pada jenis organismenya. Jenis ion yang umumnya terdapat dalam sel adalah K^+ , Na^+ , dan Cl^- . Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara konsentrasi ion di dalam dan di luar sel. Karena perbedaan konsentrasi ini menyebabkan terjadi difusi. Normalnya fluida ekstraseluler mengandung 10 ion natrium untuk setiap ion kalium (lihat Tabel 15.1). Di dalam sel, perbandingan ion tersebut terbalik, ion kalium lebih banyak.

Membran sel neuron relative tidak permeable terhadap natrium tetapi lebih permeable terhadap kalium. Jadi terjadi aliran natrium ke dalam sel yang lambat dan aliran kalium ke luar sel secara difusi. Pompa natrium/kalium mentranspor



tiga ion natrium ke luar sel dan dua ion kalium ke dalam sel yang membutuhkan energi dalam bentuk ATP. Akan tetapi ion kalium yang dipompa akan berdifusi kembali keluar. Ion

Cl^- cenderung berdifusi ke dalam sel karena konsentrasinya di luar sel lebih besar (lihat Gambar 15.16). Efek resultan dari proses-proses ini adalah bagian luar membran akson menjadi lebih positif dan bagian dalam akson menjadi negatif. Keseimbangan dicapai ketika kecenderungan berdifusi karena perbedaan konsentrasi diimbangi oleh beda potensial melintasi membran. Semakin besar perbedaan konsentrasi, semakin besar beda potensial yang melintasi membran.

Gambar 15.16 Keadaan ion-ion dalam sel membran.
Sumber: Giancoli, 2009

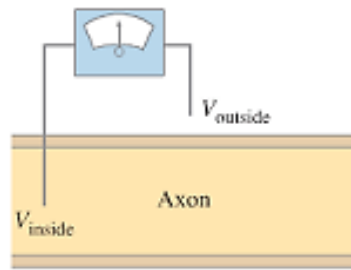
Tabel 15.1 Konsentrasi Ion di dalam dan di luar Akson yang Umum.

Jenis Ion	Konsentrasi di dalam akson (mol/m^3)	Konsentrasi di luar akson (mol/m^3)
K^+	140	5
Na^+	15	140
Cl^-	9	125

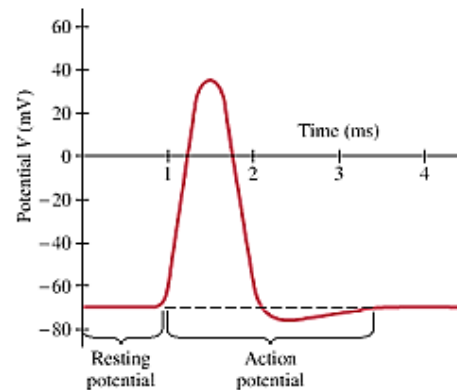
3. Potensial aksi

Aspek penting dari neuron bukan potensial diam yang ia miliki tetapi kemampuan bereaksi menghadapi stimulus/rangsangan dan menghantar signal listrik sepanjang badannya. Sebuah saraf dapat dirangsang dengan berbagai cara misalnya rangsangan thermal ketika Anda menyentuh kompor/benda panas, rangsangan kimiawi misalnya cita rasa pada makanan, rangsangan berupa tekanan misalnya sakit pada gendang telinga ketika berada pada ketinggian, atau rangsangan berupa cahaya yang dialami oleh mata akibat melihat cahaya yang menyilaukan, dan banyak rangsangan lainnya.

Jika rangsangan melampaui nilai ambang tertentu, suatu impuls/pulsa voltase akan merambat sepanjang akson. Hal tersebut dapat dideteksi dengan menggunakan voltmeter untuk mengukur besar potensial dan osiloskop untuk melihat grafik potensial yang terbentuk (lihat Gambar 15.17). Akibat adanya rangsangan, nilai potensial istirahat yang awalnya berkisar antara -60mV sampai -90mV akan berubah menjadi positif dengan nilai berkisar $+40\text{mV}$ dengan singkat seperti ditunjukkan pada Gambar 15.18 potensial aksi akan bertahan sampai 1 ms dan merambat sepanjang akson dengan laju 30 m/s sampai 150 m/s. Pembalikan potensial membran ini disebut potensial aksi dan akan menghasilkan transmisi impuls.



Gambar 15.17 Mengukur Perbedaan potensial di antara bagian dalam dan luar sel saraf/neuron
Sumber: Giancoli, 2009



Gambar 15.18 Propagasi potensial aksi di sepanjang membran aksi.
Sumber: Giancoli, 2009

Kunci perubahan polaritas adalah perubahan permeabilitas membran saat diberikan rangsangan. Potensial aksi dipicu oleh terbukanya kanal ion natrium secara singkat. Ion-ion Na^+ berhambur ke dalam sel dan permukaan dalam dinding menjadi positif dan beda potensial secara cepat berubah menjadi positif.

Segera setelah depolarisasi, kanal natrium menutup dan kanal kalium/klorin terbuka. Difusi ion Cl^- dan K^+ kembali menonjol dan pada saat yang sama pompa natrium/kalium mengeluarkan ion natrium dari neuron. Hal ini mengakibatkan bagian sel menjadi relative kurang positif atau lebih negatif atau kembali ke potensial istirahat. Jadi potensial istirahat ditentukan oleh ion kalium tetapi potensial aksi ditentukan terutama oleh ion natrium.

Contoh Soal 3

Berapa besar medan listrik yang melewati membran axon dengan ketebalan $1,0 \times 10^{-8}$ m jika potensial istirahat adalah -70 mV?

Penyelesaian

Medan listrik dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$E = \left[\frac{\Delta V}{\Delta d} \right] = \frac{70 \times 10^{-3}}{1,0 \times 10^{-8}} = 7,0 \times 10^6 \text{ V/m}$$

Jadi medan listrik pada potensial istirahat adalah $7,0 \times 10^6 \text{ V/m}$

B. Kemagnetan

1. Magnet dan Medan Magnet

Anda mungkin telah mengamati magnet menarik klip kertas, paku dan benda-benda lainnya yang terbuat dari besi, seperti pada Gambar 10.19. Setiap magnet, baik dalam bentuk batang maupun bentuk lain, memiliki dua ujung kutub, dimana efek magnetiknya paling kuat. Jika magnet diikat pada sebuah tali dan digantungkan maka akan terlihat satu kutub selalu menunjuk ke arah ke utara. Kutub magnet yang tergantung bebas yang mengarah utara geografis disebut kutub utara magnet, kutub lainnya mengarah menuju selatan dan disebut kutub utara selatan.

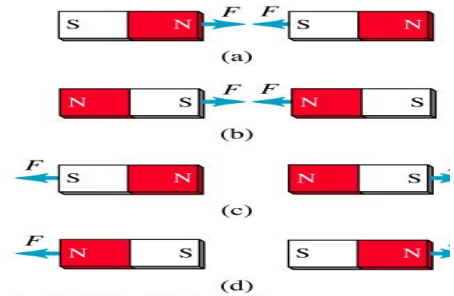
Ketika dua magnet didekatkan satu sama lain seperti pada Gambar 10.20, masing-masing akan memberikan gaya kepada yang lain, gaya ini dapat berupa gaya menarik atau gaya menolak dan dapat dirasakan ketika magnet tidak bersentuhan. Jika kutub yang sejenis didekatkan maka dapat dirasakan bahwa magnet tersebut sangat susah untuk di satukan, sehingga semakin besar gaya yang diberikan untuk menyatuhkan kedua magnet maka kedua magnet akan memberikan gaya yang lebih besar untuk memisahkan diri. Namun jika kutub-kutub yang tidak sejenis didekatkan maka kita dapat rasakan kedua magnet tersebut memberikan gaya tarik menarik satu sama lain, sehingga kita tidak membutuhkan gaya yang besar untuk menyatuhkan kedua magnet tersebut.

Sementara jika sebuah magnet dipotong, maka setiap potongan tersebut akan tetap memiliki dua kutub dan menjadi sebuah magnet yang baru, seperti pada Gambar 10.21,



www.informart.com

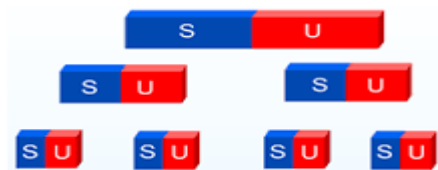
Gambar 10.19: sebuah magnet menarik bola-bola yang terbuat dari besi



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

www.tinanantsou.blogspot.com

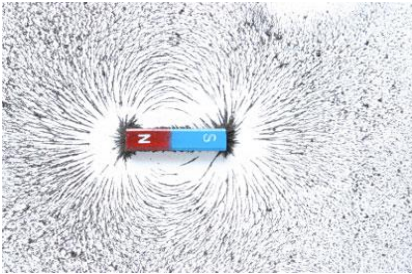
Gambar 10.20: kutub berbeda dari dua magnet saling menarik; kutub sejenis saling menolak.



www.rahmayantinabila.wordpress.com

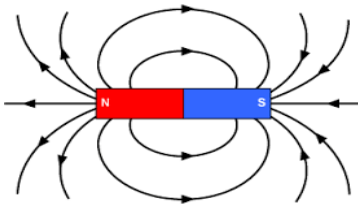
Gambar 10.21: jika anda membagi sebuah magnet, anda tidak akan mendapatkan kutub utara dan kutub selatan yang terisolasi; melainkan dua buah magnet baru yang dihasilkan, masing-masing dengan sebuah kutub utara dan kutub selatan

keadaan sebuah kutub yang terisolasi atau monopoli magnetik (kutub-kutub selalu muncul berpasangan), telah lama fisikawan berusaha mencari satu kutub magnet terisolasi (monopole), tetapi tidak pernah ada magnet monopoli yang diamati.



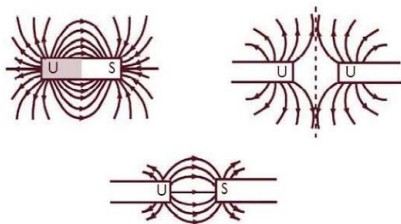
<http://physicsworld.com>

Gambar 10.22 : Batang magnet menarik serbuk besi di sekitarnya



www.modulfisika.blogspot.co.id/

Gambar 10.23: pola garis gaya magnetik yang selalu mengarah keluar dari utara ke selatan.



www.berpendidikan.com

Gambar 10.24: pola garis gaya magnetik oleh satu dan dua buah

Magnet dapat menarik benda-benda yang berbahan magnetik atau bahan yang secara mudah untuk di magnetkan memiliki permeabilitas yang tinggi. Ukuran permeabilitas untuk bahan yang berbeda dibandingkan dengan permeabilitas udara/vakum disebut permeabilitas relatif.

Benda yang tergolong benda magnetik yang memiliki permeabilitas relatif (μ) tinggi dan sangat mudah untuk ditarik oleh magnet diantaranya adalah besi, nikel dan kobalt, biasa dikatakan sebagai bahan *feromagnetik*. Untuk bahan yang tidak dapat ditarik kuat oleh magnet (tarikannya sangat lemah) atau memiliki permeabilitas lebih besar dibandingkan dengan feromagnetik, disebut juga dengan bahan *paramagnetik*. Sedangkan bahan yang tidak dapat sama sekali ditarik oleh magnet atau memiliki permeabilitas yang lebih rendah dibandingkan kedua bahan diatas, disebut bahan *diamagnetik*. Nilai permeabilitas udara atau vakum ialah $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m (Henry/meter), sehingga untuk nilai permeabilitas bahan-

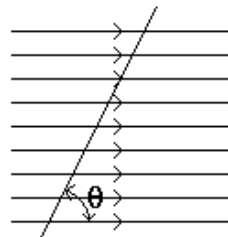
bahan magnetik sama dengan $\mu = \mu_r \mu_0$.

Ruang disekitar suatu magnet dimana benda lain yang mudah dipengaruhi magnet akan mengalami gaya magnetik jika diletakkan dalam ruang tersebut didefinisikan sebagai **medan magnet** atau dapat dikatakan juga sebagai **fluks magnetik**. Hal ini dapat dibuktikan dengan

menaburi serbuk besi pada magnet, maka serbuk besi akan ditarik oleh kutub magnet dan membentuk pola garis, disebut garis gaya magnet, seperti terlihat pada Gambar 10.22, Simbol untuk fluks magnetik ialah huruf Yunani, phi (Φ) dengan satuannya adalah weber per meter persegi (Wb/m^2) atau tesla (T) atau 10^4 Gauss (G). Persamaan untuk fluks magnetik yaitu: $\phi = B \cdot A$ (dimana A adalah luas permukaan dalam m^2 , dan B adalah kuat medan magnet). Kuat medan magnet (H), di suatu titik sebanding dengan rapat garis-garis gaya dan berbanding terbalik dengan permeabilitasnya.

$$H = \frac{B}{\mu}$$

$$B = \mu H = \mu_r \mu_0 \cdot H$$



Bila rapat garis-garis gaya dalam medan yang serba sama B, maka banyaknya garis-garis gaya/ fluks magnetik (ϕ) yang menembus bidang seluar A m^2 dan mengapit sudut θ dengan kuat medan adalah :

$$\phi = B \cdot A \sin \theta$$

Ada tiga aturan dalam garis-garis medan magnet, yaitu: (1) garis-garis medan magnet tidak pernah saling berpotongan (bersilangan), seperti pada gambar 10.23; (2) garis-garis medan magnet selalu keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan serta membentuk kurva tertutup, seperti pada Gambar 10.24; (3) jika garis-garis medan magnet pada suatu tempat rapat, maka medan magnet pada tempat tersebut kuat, sebaliknya jika garis-garis medan magnet pada suatu tempat renggang, maka medan magnet pada tempat tersebut lemah.

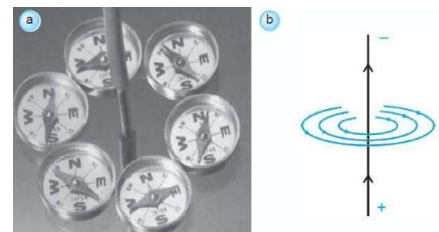
Bumi sendiri adalah sebuah magnet. Kutub geografis utaranya dekat ke kutub selatan magnet, dan inilah yang menyebabkan mengapa kutub utara sebuah jarum kompas menunjuk ke utara.

Sumbu magnet bumi tidak persis paralel dengan sumbu geografisnya (sumbu rotasi), sehingga sebuah pembacaan kompas agak menyimpang dari arah utara geografis. Penyimpangan ini, yang berubah dengan tempat, dinamakan *deklinasi magnetik* (*magnetic declination*) atau *variasi magnetik* (*magnetic variation*). Di Amerika hal ini bervariasi dari 0° sampai 20° , tergantung lokasi. Sedangkan sudut yang dibentuk medan magnetik bumi dengan horizontal pada setiap titik disebut sebagai *inklinasi*. Besarnya adalah 67° di New York dan 55° di Miami.

1. Induksi Elektromagnetik

Arus listrik merupakan sumber lain untuk medan magnet, fenomena ini pertama kali ditemukan oleh Hans Christian Oersted (1777-1851), sebuah penemuan penting yang menyatakan bahwa arus listrik menghasilkan efek magnetik atau medan magnet, seperti pada Gambar 10.25, penunjukkan kompas yang menyimpang menandakan adanya medan magnet disekitar arus. Magnet yang dihasilkan oleh arus listrik disebut dengan elektromagnetik. Medan magnetik yang dihasilkan oleh elektromagnetik mempunyai arah. Untuk menentukan arah medan magnetik maka dapat digunakan aturan tangan kanan seperti pada Gambar 10.26, yaitu ibu jari menunjukkan arah arus listrik (I), sedangkan arah lipatan jari menunjukkan arah medan magnet (B).

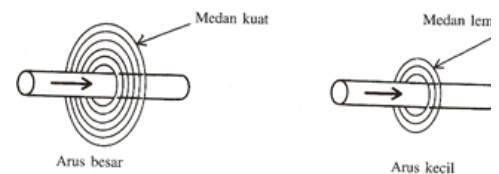
Arus yang mengalir melalui potongan kawat yang menghasilkan cincin-cincin konsentris (lingkaran tertutup) yang berupa garis-garis gaya magnet yang mengelilingi kawat, dan kekuatan medan magnet sebanding dengan kuat arus yang diberikan, seperti pada Gambar 10.27. Lintasan lingkaran tersebut dibagi menjadi elemen panjang Δl .



Gambar 10.25: arah jarum kompas pada sebuah kawat berarus artikelmagnet.blogspot.com

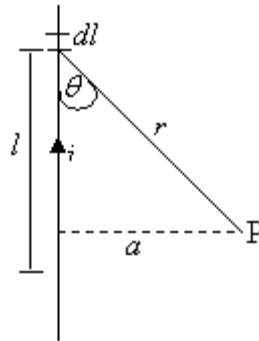


Gambar 10.26: aturan tangan kanan pada arus dan medan magnet artikelmagnet.blogspot.com



Gambar 10.27: kekuatan medan magnet tergantung pada kekuatan magnet artikelmagnet.blogspot.com

Untuk menentukan besar induksi magnetik yang ditimbulkan oleh kawat berarus listrik, kita misalkan sebuah kawat konduktor dialiri arus I . Perhatikan Gambar 10.28 Pilih elemen kecil kawat dl yang memiliki panjang dl . Arah dl sama dengan arah arus.



Gambar 10.28 Sepotong kawat dialiri arus

Elemen kawat dapat dinyatakan dalam notasi vector \vec{dl} . Misalkan anda ingin menentukan medan magnet pada posisi P dengan vector posisi \vec{r} terhadap elemen kawat. Secara vektor, induksi magnetik \vec{B} yang diakibatkan oleh elemen

Kuat medan magnet di titik P yang dihasilkan oleh elemen \vec{dl} saja diberikan oleh hukum Biot-Savart.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\vec{dl} \times \vec{r}}{r^2}$$

dengan μ_0 = permeabilitas magnetik ruang hampa = $4\pi \times 10^{-7}$ T m/A

Kuat medan magnet total di titik P yang dihasilkan oleh kawat diperoleh dengan mengintegalkan rumus di atas.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{\vec{dl} \times \vec{r}}{r^2}$$

Penyelesaian integral persamaan di atas sangat bergantung pada bentuk kawat. Besar perkalian silang vektor menghasilkan sinus θ . Dengan demikian, persamaan besar induksi magnetic di sekitar kawat berarus adalah:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dl \sin \theta}{r^2}$$

dengan ϑ sudut apit antara elemen arus $I dl$ dengan vektor posisi r .

Untuk kawat yang sangat panjang, nilai batasnya ditentukan yaitu: batas bawah adalah $l \rightarrow -\infty$ dan batas atas adalah $l \rightarrow +\infty$. Batas-batas $\vartheta \rightarrow \pi$ dan $\vartheta \rightarrow 0$, Berdasarkan

Gambar 4.2.5, $\sin \vartheta = a/r$, $r = \frac{a}{\sin \theta} = a \operatorname{cosec} \vartheta$, $\cot \vartheta = l/a$, $l = a \cot \vartheta$, $dl = -a \operatorname{cosec}^2 \vartheta d\vartheta$.

Dengan demikian, persamaan 4.2.5, dapat dituliskan:

$$B = -\frac{\mu_0}{4\pi a} \frac{I}{\sin \theta} \int_x^0 \sin \theta d\theta = -\frac{\mu_0}{4\pi a} \frac{I}{\sin \theta} [-\cos \theta]_x^0 = -\frac{\mu_0}{4\pi a} \frac{I}{\sin \theta} [-1 + (-1)]$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi a} \frac{I}{\sin \theta}$$

Dengan B = induksi magnetik di titik yang diamati.

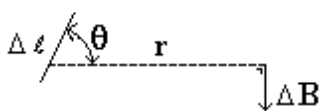
I = kuat arus listrik

a = jarak titik dari kawat

2. Hukum Biot Savart

Definisi : Besar induksi magnetik di satu titik di sekitar elemen arus, sebanding dengan panjang elemen arus, besar kuat arus, sinus sudut yang diapit arah arus dengan jaraknya sampai titik tersebut dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

$$\Delta B = k \cdot \frac{I \cdot \Delta \ell \sin \theta}{r^2}$$



k adalah tetapan, di dalam sistem Internasional

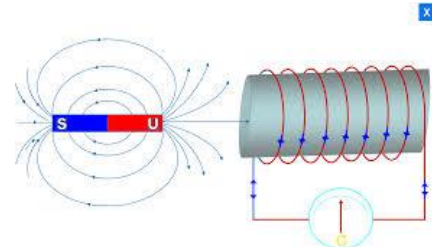
$$k = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \frac{\text{Weber}}{\text{A.m}}$$

Vektor B tegak lurus pada I dan r , arahnya dapat ditentukan dengan tangan kanan. Jika I sangat kecil, dapat diganti dengan dl .

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot \Delta \ell \sin \theta}{r^2} \quad (\text{Persamaan ini disebut **Hukum Ampere**}).$$

3. Induksi Magnetik Di Pusat dan di Ujung Solenoida

Magnet yang bergerak melewati kumparan, akan menimbulkan arus listrik, jika magnet timbul disekitar arus listrik maka sebaliknya arus listrik dapat ditimbulkan oleh gaya magnet. Michael Faraday menunjukkan bahwa dengan mengerak-gerakan magnet dalam kumparan maka akan menghasilkan arus listrik. Arus listrik yang timbul dari hasil gerakan magnet ini disebut arus induksi. Arah arus induksi adalah bolak balik.



www.wekasyah88.blogspot.com

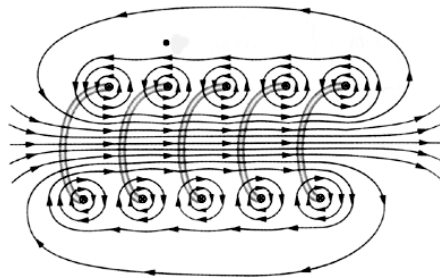
Gambar 10.29: magnet akan bergerak masuk kumparan

Percobaan Faraday menunjukkan bila jumlah garis gaya magnet yang masuk dalam kumparan berubah, maka pada ujung-ujung kumparan timbul gaya gerak listrik (GGL). Gaya gerak listrik tersebut disebut GGL induksi. Gaya gerak listrik induksi adalah timbulnya gaya gerak listrik di dalam kumparan yang mencakup sejumlah fluks garis gaya medan magnetik, bilamana banyaknya fluks garis gaya itu divariasi.

Makin cepat perubahan garis gaya magnet masuk dalam kumparan, makin besar GGL induksi yang timbul. Makin banyak lilitan kawat pada kumparan, makin besar GGL induksi yang timbul. Jumlah garis gaya magnet yang masuk dalam kumparan dapat berubah dengan cara sebagai berikut.

1. Mengerakkan magnet batang keluar masuk kumparan.
2. Memutar magnet dekat kumparan.
3. Mendekatkan kumparan pada kutub magnet.
4. Memutus-mutus arus primer untuk menginduksi arus sekunder pada kumparan lain.

Gejala timbulnya gaya gerak listrik di dalam suatu kumparan/konduktor bila terdapat perubahan fluks magnetik pada konduktor tersebut atau bila konduktor bergerak relatif melintasi medan magnetik disebut **Induksi Elektromagnetik**.



www.unitedscience.wordpress.com

Gambar 10.30 Pola garis gaya magnetik yang terjadi pada kumparan berarus listrik

Solenoida adalah suatu lilitan kawat penghantar yang panjang atau kumparan rapat yang menyerupai lilitan pegas, seperti yang ditunjukkan pada di atas. Kumparan penghantar yang berarus listrik akan menghasilkan garis medan magnetik dengan pola sama dengan yang dihasilkan oleh magnet batang. Jika panjang solenoida (ℓ) dan terdiri atas N buah lilitan, jumlah lilitan untuk setiap satuan panjang me

Keterangan:

ℓ = panjang solenoida (m)

i = arus pada solenoida (A)

N = banyaknya lilitan

n = banyaknya lilitan persatuan panjang (N/ℓ)

induksi magnet pada ujung solenoida

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{2\ell}$$

• induksi magnet ditengah solenoida

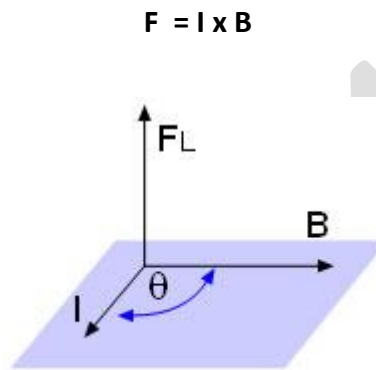
$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{\ell} = \mu_0 \cdot i \cdot n$$

5. Gaya Lorentz

Jika arus listrik mengalir dari A ke B ternyata pita dari aluminium foil melengkung ke atas, ini berarti ada sesuatu gaya yang berarah keatas akibat adanya medan magnet homogen dari utara ke selatan. Gaya ini selanjutnya disebut sebagai gaya magnetic atau *gaya Lorentz*. Jika arus listrik dibalik sehingga mengalir dari B ke A, ternyata pita dari aluminium foil melengkung ke bawah. Jika arus listrik diperbesar maka aluminium foil akan

melengkung lebih besar. Ini berarti besar dan arah gaya Lorentz tergantung besar dan arah arus listrik.

Karena gaya Lorentz (F_L), arus listrik (I) dan medan magnet (B) adalah besaran vector maka peninjauan secara matematik besar dan arah gaya Lorentz ini hasil perkalian vector (*cros-product*) dari I dan B .



Besarnya gaya Lorentz dapat dihitung dengan rumus:

$$F_L = I \cdot B \sin \theta \quad (\text{berlaku untuk panjang kawat 1 meter})$$

Perhitungan diatas adalah gaya Lorentz yang mempengaruhi kawat tiap satuan panjang. Jadi jika panjang kawat = l , maka besar gaya Lorentz dapat dihitung dengan rumus :

$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \theta$$

Keterangan:

F = gaya Lorentz dalam newton (N)

I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

l = panjang kawat dalam meter (m)

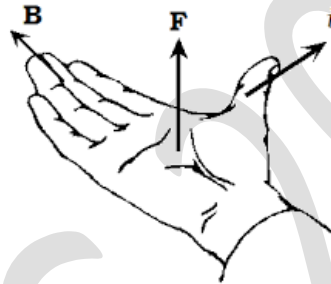
B = kuat medan magnet dalam Wb/m^2 atau tesla (T)

θ = sudut antara arah I dan B

Dari rumus di atas ternyata jika besar sudut θ adalah :

- $\theta = 90^\circ$, arah arus listrik dan medan magnet (I dan B) saling tegak lurus maka F mencapai maksimum
- $\theta = 0^\circ$, arah arus listrik dan medan magnet (I dan B) saling sejajar maka $F = 0$ atau kawat tidak dipengaruhi gaya Lorentz

Dalam menentukan arah gaya magnetik yang dialami kawat berarus listrik di dalam medan magnetik dapat digunakan kaidah tangan kanan berikut ini. *Jika telapak tangan kanan dibuka sedemikian sehingga keempat jari yang dirapatkan menunjuk arah medan magnetik B dan ibu jari menunjuk ke arah arus listrik, arah dorong telapak tangan menunjukkan arah gaya magnetik F yang dialami oleh kawat berarus* (perhatikan Gambar 10.31 di bawah ini).

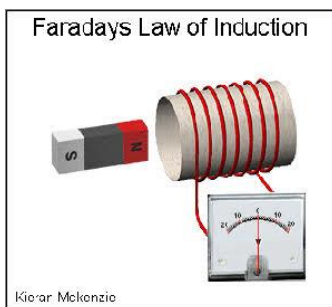


Gambar 10.31 Kaidah tangan
(Sumber: <https://brainly.co.id>)

Jadi, arah gaya magnetik dengan kaidah tangan kanan menunjukkan:

- ibu jari sebagai arah arus (I);
- arah gaya magnetik keluar dari telapak tangan (F);
- arah medan magnet (B) searah dengan empat jari.

6. Hukum Faraday



www.semi-yanto.blogspot.com

Gambar 10.32: sebuah magnet yang akan bergerak masuk pada suatu kumparan yang telah disambungkan dengan galvanometer

Konsep gaya gerak listrik pertama kali dikemukakan oleh Michael Faraday, yang melakukan penelitian untuk menentukan faktor yang memengaruhi besarnya ggl yang diinduksi. Dia menemukan bahwa induksi sangat bergantung pada waktu, yaitu semakin cepat terjadinya perubahan medan magnetik, ggl yang diinduksi semakin besar. Di sisi lain, ggl tidak sebanding dengan laju perubahan medan magnetik B , tetapi

sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik, Φ_B , seperti pada tampak pada Gambar 10.32.

Hasil pengamatan Faraday menemukan bahwa:

- Pada saat magnet digerakkan (keluar- masuk) dalam kumparan jarum pada galvanometer menyimpang.
- Penyimpangan jarum galvanometer menunjukkan bahwa di dalam kumparan mengalir arus listrik. Arus listrik seperti ini disebut arus induksi.
- Arus listrik timbul karena pada ujung-ujung kumparan timbul beda potensial. Beda potensial ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi).
- Timbulnya ggl induksi pada ujung-ujung kumparan disebabkan karena adanya perubahan garis gaya magnetik yang memotong kumparan.

Hasil tersebut membuat Faraday menyatakan bahwa :

"Apabila terjadi perubahan fluks dalam suatu solenoida maka akan dihasilkan gaya gerak listrik yang sebanding dengan laju perubahan fluks". dan dinyatakan dengan persamaan:

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

dengan:

ε = ggl induksi (volt)

N = banyaknya lilitan kumparan

$\Delta \Phi$ = perubahan fluks magnetik (weber)

Δt = selang waktu (s)

Tanda negatif pada persamaan diatas sesuai dengan *Hukum Lenz*. Dengan bahasa yang sederhana hukum Lenz dirumuskan: *Ggl Induksi selalu membangkitkan arus yang medan magnetiknya berlawanan dengan sumber perubahan fluks magnetik.*

7. Hukum Lenz

Hukum Faraday hanya menunjukkan besarnya GGL induksi pada kumparan, dan belum dapat menunjukkan arah arus induksi dalam kumparan.

Hukum Lenz berbunyi : *“Arus induksi mengalir pada penghantar atau kumparan dengan arah berlawanan dengan gerakan yang menghasilkannya” atau “medan magnet yang ditimbulkannya melawan perubahan fluks magnet yang menimbulkannya”.*

- Jika kutub U magnet batang di dekatkan kumparan AB, maka akan terjadi penambahan garis gaya magnet arah BA yang dilingkupi kumparan.
- Sesuai dengan hukum Lenz, maka akan timbul garis gaya magnet baru arah AB untuk menentang penambahan garis gaya magnet tersebut.
- Garis gaya magnet baru arah AB ditimbulkan oleh arus induksi pada kumparan.
- Jika kutub U magnet batang dijauhkan, maka akan terjadi kebalikannya.

sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

dengan;

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Blv}{R}$$

i = kuat arus listrik (A)

B = kuat medan magnetik (Tesla)

l = panjang kawat (m)

v = kecepatan gerak kawat (m/s)

R = Hambatan Listrik (Ω)

Penyebab utama timbulnya ggl induksi adalah terjadinya perubahan fluks magnetik yang dilingkupi oleh suatu loop kawat. Besarnya fluks magnetik telah dinyatakan pada persamaan sebelumnya. Dengan demikian, ada tiga faktor penyebab timbulnya ggl pada suatu kumparan, yaitu; (a) perubahan luas bidang kumparan (A), (b) perubahan orientasi sudut kumparan θ terhadap medan, (c) perubahan induksi magnetik.

8. Aplikasi Induksi Elektromagnetik

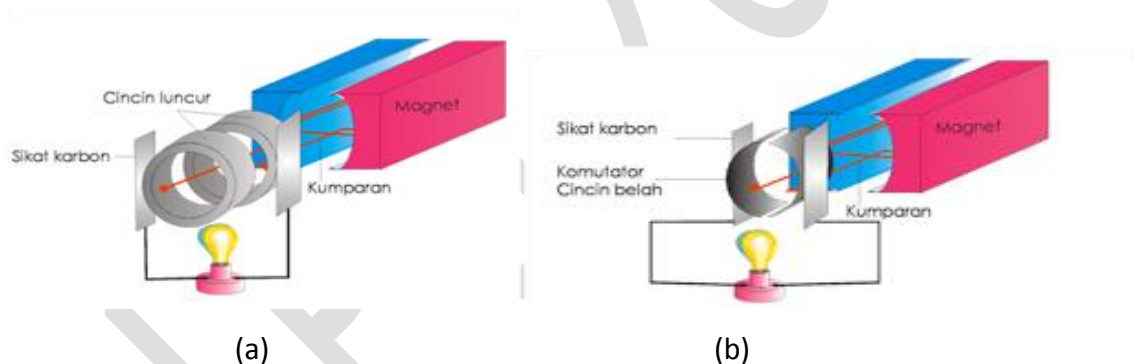
Pada induksi elektromagnetik terjadi perubahan bentuk energi gerak menjadi energi listrik. Induksi elektromagnetik digunakan pada pembangkit energi listrik. Pembangkit energi

listrik yang menerapkan induksi elektromagnetik adalah generator dan dinamo. Di dalam generator dan dinamo terdapat kumparan dan magnet. Kumparan atau magnet yang berputar menyebabkan terjadinya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet dalam kumparan perubahan tersebut menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan. Energi mekanik yang diberikan generator dan dinamo diubah ke dalam bentuk energi gerak rotasi. Hal itu menyebabkan GGL induksi dihasilkan secara terus-menerus dengan pola yang berulang secara periodik.

Di dalam perkembangan teknologi, hukum faraday banyak digunakan untuk membuat teknologi tersebut, sehingga berguna untuk menunjang aktifitas kita. Di bawah ini beberapa aplikasi hukum faraday di dunia nyata dalam berbagai teknologi.

1. Generator

- a. Generator AC
- b. Generator DC



www.wekasyah88.blogspot.com

Gambar 10.33 : (a) generator AC (b) generator DC

Perbedaan antara generator arus bolak-balik dengan arus searah hanya terletak pada bentuk cincin luncur yang berhubungan dengan kedua ujung kumparan. Pada generator arus bolak-balik terdapat dua buah cincin luncur, sedangkan pada generator arus searah terdapat sebuah cincin yang terbelah di tengahnya (cincin belah atau komutator) dan arus induksinya tidak berubah.

Ggl atau arus induksi pada alternator dapat diperbesar dengan empat cara :

- 1) memakai kumparan dengan lilitan lebih banyak

- 2) memakai magnet yang lebih kuat
- 3) melilit kumparan pada inti besi lunak
- 4) memutar kumparan lebih cepat

Contoh generator arus bolak-balik :

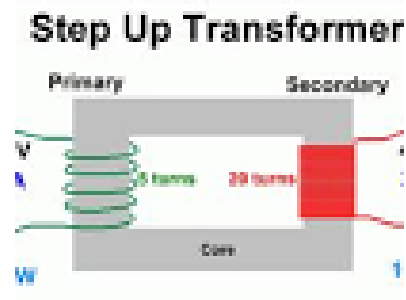
- dinamo sepeda
- generator AC pembangkit listrik

2. Transformator

Transformator atau trafo adalah alat yang digunakan untuk merubah besar arus tegangan listrik AC. Pada prinsipnya kumparan primer di hubungkan dengan arus AC sehingga arus yang mengalir pada kumparan primer selalu berubah sehingga kutub magnet juga berubah dan selalu menginduksi kumparan sekunder, sehingga kumparan sekunder selalu mengalami perubahan garis gaya magnet dan menghasilkan listrik secara terus menerus (arus listrik sekunder).

Ada dua transformator, yaitu:

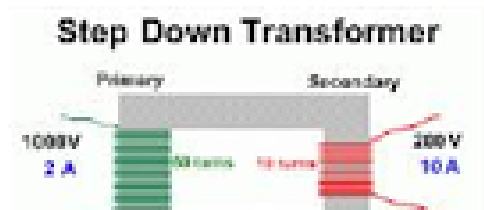
- a. Transformator step-up (transformator penaik tegangan). Dengan ciri-ciri;
 - Jumlah lilitan kumparan primer selalu lebih kecil dari jumlah lilitan kumparan sekunder, ($N_p < N_s$)
 - Tegangan primer selalu lebih kecil dari tegangan sekunder, ($V_p < V_s$)
 - Kuat arus primer selalu lebih besar dari kuat arus sekunder, ($I_p > I_s$)



www.wekasyah88.blogspot.com

Gambar10.34 : Trafo step up

- b. Transformator step-down (transformator penurun tegangan). Dengan ciri-ciri:
 - Jumlah lilitan kumparan primer selalu



www.wekasyah88.blogspot.com

Gambar 10.35 : Trafo step down

lebih besar dari jumlah lilitan kumparan sekunder, ($I_p > I_s$)

- Tegangan primer selalu lebih besar dari tegangan sekunder ($V_p > V_s$)
- Kuat arus primer selalu lebih kecil dari kuat arus sekunder, ($I_p < I_s$)

Secara matematis perbandingan transformator dapat dituliskan sebagai berikut:

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

Secara teori daya primer sama dengan daya sekunder ($P_p = P_s$). Apabila tegangan primer bernilai lebih besar daripada tegangan sekunder, maka arus listrik akan bernilai lebih kecil daripada arus sekunder. Namun pada kenyataannya akan ada daya listrik yang akan hilang per waktunya. Pada setiap trafo memiliki efisiensi untuk memperkecil daya yang hilang. Semakin besar efisiensi sebuah trafo, maka semakin kecil daya yang hilang, jadi secara matematis dituliskan:

$$P_p = P_s + P_{hilang}$$

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

Salah satu contoh penggunaan transformator adalah pada pesawat penerima radio jenis “tabung”.

9. Aplikasi Medan Magnet pada Migrasi Hewan

Berbagai macam hewan seperti burung, penyu, ikan dan hewan-hewan lain melakukan migrasi selama periode waktu tertentu. Migrasi merupakan perubahan lokasi pada hewan secara teratur dari satu tempat ke tempat lain selama waktu tertentu dalam setahun. Hewan melakukan migrasi untuk mendapatkan sumber makanan atau untuk mendapatkan sarang yang lebih baik. Hewan dapat menentukan arah migrasi dengan memanfaatkan medan magnet bumi. Medan magnet adalah daerah di sekitar permukaan bumi yang masih

dipengaruhi oleh magnet bumi. Hewan yang mampu mendeteksi medan magnet bumi karena di dalam tubuh hewan tersebut terdapat magnet alami. Fenomena ini disebut sebagai biomagnetik.



<http://wawasancepat.blogspot.com/2014/10/hewan-hewan-bermigrasi.html>

Gambar 10.36 Migrasi Hewan

Salah satu hipotesis didasarkan pada penemuan potongan-potongan kecil magnetik, sejenis mineral besi bermagnet, di kepala ikan dan burung yang bermigrasi. Beberapa ilmuwan menyimpulkan bahwa tarikan bumi terhadap struktur pengandung magnetik memicu transmisi impuls saraf ke otak. Hipotesis kedua menyatakan bahwa hewan dipandu oleh efek-efek medan magnet bumi pada fotoreseptor dalam sistem penglihatan. Gagasan bahwa hewan 'melihat' medan magnetic didukung oleh percobaan yang menunjukkan bahwa burung membutuhkan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu dalam lingkungan siang atau malam untuk mengorientasikan dirinya sendiri dalam medan magnet.

Contoh Soal 4

Sebuah kawat yang panjangnya 10 cm berada tegak lurus di dalam medan magnet. Jika rapat fluks magnetnya 0,2 Testla dan arus listrik yang mengalir di dalam kawat itu 45 A, tentukan besar gaya yang dialami kawat itu.

Solusi

Dik: $B = 0,2 \text{ T}$

$I = 45 \text{ A}$

$L = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

Dit: $F = \dots ?$

Gaya yang dialami kawat dapat diketahui dengan persamaan berikut

$$F = BIL$$

$$= 0,2 \times 45 \times 0,1 = 0,9 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dialami kawat adalah 0,9 Newton.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XI

PEWARISAN SIFAT MAKHLUK HIDUP



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2017

BAB XI

PEWARISAN SIFAT

MAKHLUK HIDUP

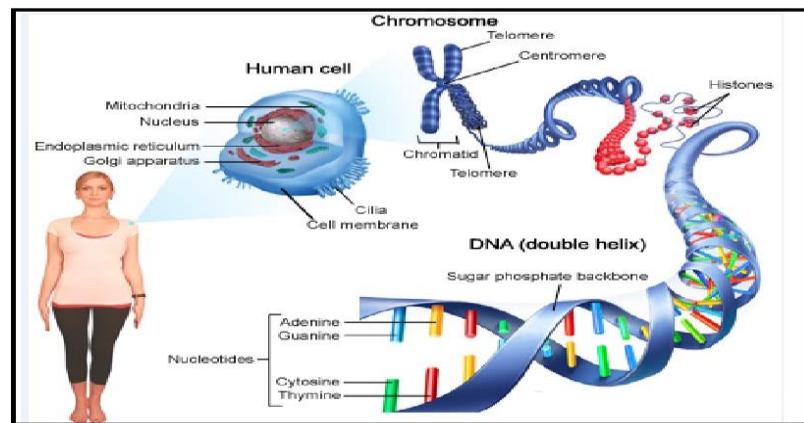
Kompetensi Inti (KI) Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.
Kompetensi Dasar (KD) Mengidentifikasi proses dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya dalam pemuliaan makhluk hidup.

A. Materi Genetik

Materi genetik memegang peranan penting dalam proses pewarisan sifat. Warna kulit, bentuk hidung, atau bahkan jenis penyakit yang kamu miliki tidak serta-merta hadir di dalam tubuh kamu. Materi genetik dari ayah dan ibu akan bergabung dalam proses fertilisasi. Oleh karena adanya penggabungan materi genetik inilah pada dirimu muncul karakteristik yang mirip dengan ayah dan karakteristik yang mirip dengan ibu. Materi genetik tersebut yaitu, kromosom, gen, DNA, dan RNA.

1. Kromosom

Kromosom terdapat di dalam nukleus berupa benda-benda halus berbentuk lurus atau bengkok. Nama kromosom pertama kali diberikan oleh Waldeyer (1888) berasal dari kata khroma artinya warna dan soma artinya tubuh. Jadi, kromosom dapat diartikan sebagai badan yang mudah menyerap zat warna. Bahan yang menyusun kromosom yaitu kromatin sehingga sering disebut benang kromatin.



Gambar 11.1 Kromosom dan bagian-bagiannya

Sumber: <https://konsepbiologi.wordpress.com/>

Kromosom merupakan badan berbentuk batang atau bengkok, mulai tampak pada saat sel akan membelah dan selama proses pembelahan. Kromosom tampak jelas pada fase pembelahan metafase karena kromosom berjajar di bidang ekuator. Ukuran kromosom dalam sebuah sel tidak pernah sama. Panjangnya 0,2–50 μ dan diameternya 0,2–20 μ . Di dalam sel tubuh, kromosom biasanya berpasangan. Kromosom memiliki beberapa fungsi, sebagai berikut:

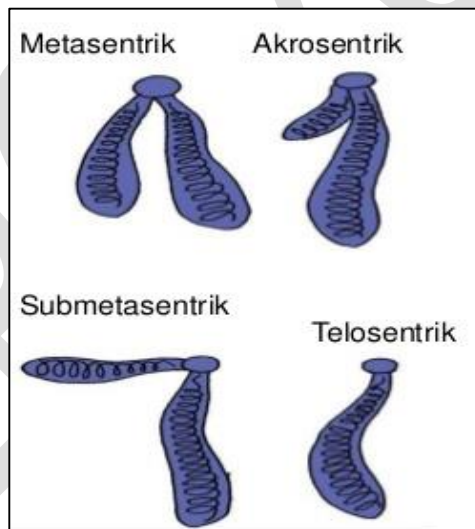
- Fungsi utamanya adalah untuk menyimpan materi genetik. Materi genetik inilah yang akan menentukan sifat dan kekhasan setiap individu.
- Menentukan jenis kelamin. Terdapat dua jenis kromosom yaitu X dan Y. Apabila kromosom embrio XX, maka ia akan terlahir sebagai seorang perempuan. Sedangkan jika kromosomnya XY maka ia terlahir sebagai laki-laki.
- Berperan penting dalam proses transkripsi DNA untuk melakukan sintesis protein. Ini dikarenakan kromosom lah yang membawa materi genetik seperti DNA.
- Berperan dalam proses pembelahan sel dan memastikan masing-masing sel yang telah membelah mendapatkan gen yang sama.

Sepasang kromosom merupakan homolog sesamanya, artinya keduanya mempunyai bentuk yang sama dan lokus gen-gen yang bersesuaian. Secara umum, sebuah kromosom terdiri atas bagian-bagian, yaitu:

- Kromonema berupa pita spiral yang terdapat penebalan.

- b. Kromomer merupakan penebalan-penebalan pada kromonema. Di dalam kromomer terdapat protein yang mengandung molekul DNA. Beberapa DNA bergabung membentuk gen yang berfungsi sebagai pembawa bagian sifat keturunan dan menempati suatu bagian yang disebut sebagai lokus gen.
- c. Sentromer merupakan bagian kromosom yang menyempit dan tampak lebih terang. Bagian ini tidak mengandung gen dan merupakan tempat melekatnya benang spindel.
- d. Lekukan kedua berperan dalam pembentukan nucleolus (anak inti sel).
- e. Telomer merupakan bagian ujung-ujung kromosom yang menghalang-halangi bersambungannya ujung kromosom yang satu dengan kromosom yang lain.
- f. Satelit yaitu suatu tambahan atau tonjolan yang terdapat pada ujung kromosom. Tidak semua kromosom mempunyai satelit.

Berdasarkan bentuknya, kromosom digolongkan menjadi enam macam, yaitu: Bentuk bulat, bentuk batang, bentuk cerutu, bentuk huruf V, bentuk koma, dan bentuk huruf L.



Gambar 11.1 Letak sentromer kromosom

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

Berdasarkan letak sentromernya, kromosom dibedakan menjadi empat macam, yaitu metasentris, submetasentris, akrosentris, dan telosentris.

- a. Metasentris, sentromer terletak di tengah-tengah kromosom sehingga kromosom berbentuk seperti huruf V.

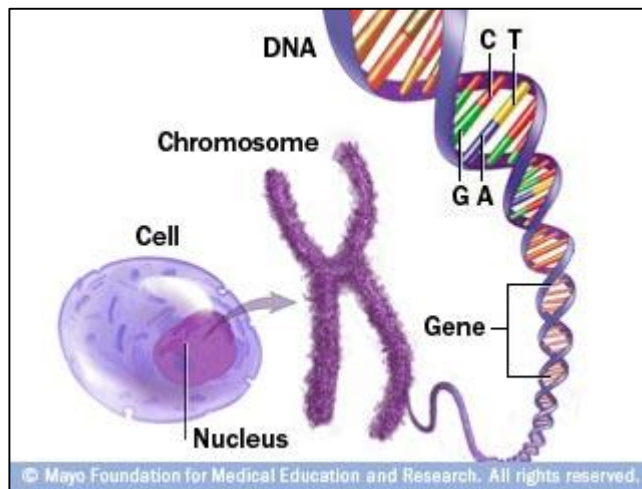
- b. Submetasentris, sentromer terletak submedian atau kira-kira ke arah salah satu ujung kromosom. Bentuk kromosom seperti huruf J.
- c. Akrosentris, sentromer terletak pada subterminal atau di dekat ujung kromosom. Satu lengan kromosom sangat pendek dan satu lengan lainnya sangat panjang. Bentuk kromosom lurus atau seperti batang.
- d. Telosentris, sentromer terletak pada ujung kromosom.

Kromosom hanya memiliki satu lengan saja. Pada setiap sel tubuh, kromosom selalu dalam keadaan berpasangan. Kromosom yang berpasangan mempunyai bentuk, ukuran, dan komposisi sama atau hampir sama disebut kromosom homolog. Jumlah macam kromosom disebut ploid atau set, perangkat atau genom. Dalam sel tubuh setiap kromosom terdapat berpasangan, berarti terdiri 2 set sehingga disebut diploid ($2n$). Sebaliknya, pada sel gamet satu sel kelamin memiliki kromosom tidak berpasangan, berarti terdapat satu set kromosom sehingga disebut haploid.

Pada dasarnya kromosom semua organisme mempunyai dua tipe, yaitu autosom dan kromosom kelamin (seks kromosom = gonosom). Autosom merupakan kromosom yang tidak mempunyai hubungan dengan penentuan jenis kelamin. Sedangkan Kromosom kelamin atau seks kromosom merupakan sepasang kromosom yang menentukan jenis kelamin. Ada dua macam seks kromosom, yaitu kromosom-X dan kromosom-Y.

2. Gen

Gen merupakan unit terkecil materi genetik. Gen terdapat dalam setiap lokus yang khas pada kromosom. Gen adalah substansi genetik terkecil yang terdiri atas sepenggal DNA yang menentukan sifat individu melalui pembentukan polipeptida. Jadi, gen berperan penting dalam mengontrol sifat-sifat individu yang diturunkan.



Gambar 11.3 Struktur gen

Sumber: <http://afradejavu.blogspot.co.id/>

Gen-gen yang ada dalam kromosom tidak memiliki batas-batas yang jelas. Walaupun demikian, gen-gen dapat diumpamakan dalam satu deretan berurutan dan teratur pada benang kromosom. Setiap gen dalam kromosom dimulai dari kodon AUG (start) disebut pula sebagai kodon permulaan, karena memulai sintesis polipeptida. Kodon UGA, UAG, dan UAA disebut kodon tak bermakna (stop = tanda akhir dari suatu protein) karena kodon-kodon ini tidak mengkode asam amino.

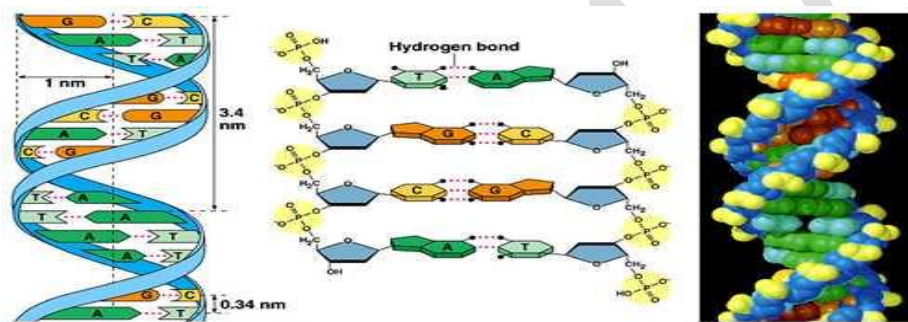
Setiap gen terletak pada suatu lokus. Gen memenuhi lokus suatu kromosom sebagai zarah kompak yang mengandung satuan informasi genetik dan mengatur sifat-sifat menurun tertentu. Pada kenyataannya, batas-batas lokus satu sama lain tidak seperti kotak dan gen itu sendiri masing-masing tidak kompak seperti butir-butir kelereng.

Setiap gen pada organisme mengendalikan produksi suatu enzim khusus. Enzim-enzim itu akan melakukan semua kegiatan metabolisme organisme tersebut sehingga mengakibatkan perkembangan suatu struktur dan fisiologi yang khas, yaitu fenotipe organisme tersebut. Gen memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- Sebagai zarah tersendiri yang ada pada kromosom. Zarah adalah zat terkecil dan tidak dapat dibagi-bagi lagi.
- Menyampaikan informasi genetik dari induk kepada keturunannya.
- Mengatur proses metabolisme dan perkembangan.

3. DNA (Deoxyribonucleic Acid = Asam Deoksiribo Nukleat)

Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa DNA adalah pembawa sebagian besar atau seluruh sifat-sifat genetik di dalam kromosom. DNA terdapat di dalam nukleus dan bersama senyawa protein membentuk nukleo protein. Selain di dalam nukleus, molekul DNA juga terdapat dalam mitokondria, plastid, dan sentriol. DNA memiliki beberapa fungsi di antaranya membawa informasi genetik, membentuk RNA, dan mengontrol aktivitas sel baik secara langsung maupun tidak langsung. DNA juga berperan penting dalam proses sintesis protein.



Gambar 11.4 Struktur DNA

Sumber: <http://kartika111194.blogspot.co.id/>

Molekul DNA pertama kali diisolasi oleh F. Miescher pada tahun 1869 dari sel spermatozoa. Ia tidak dapat mengenali sifat zat kimia tersebut secara pasti, kemudian menyebutnya sebagai nuklein. Nuklein ini berupa senyawa kompleks yang mengandung unsur fosfor sangat tinggi. Nuklein selanjutnya dikenal sebagai gabungan asam nukleat dan protein sehingga sering disebut nukleoprotein. Dalam kedua jenis asam nukleat ini (DNA dan RNA) terdapat dua basa nitrogen yaitu purin dan pirimidin. Keduanya ditemukan oleh Fischer pada tahun 1880. Pada penelitian selanjutnya, Kossel menemukan dua jenis pirimidin, yaitu sitosin dan timin serta dua jenis purin, yaitu adenin dan guanin. Selain basa purin dan pirimidin, dalam asam nukleat Levine pada tahun 1900 mengenali gula berkarbon lima, yaitu ribose dan deoksiribosa. Ia juga menyatakan adanya asam fosfat dalam asam nukleat.

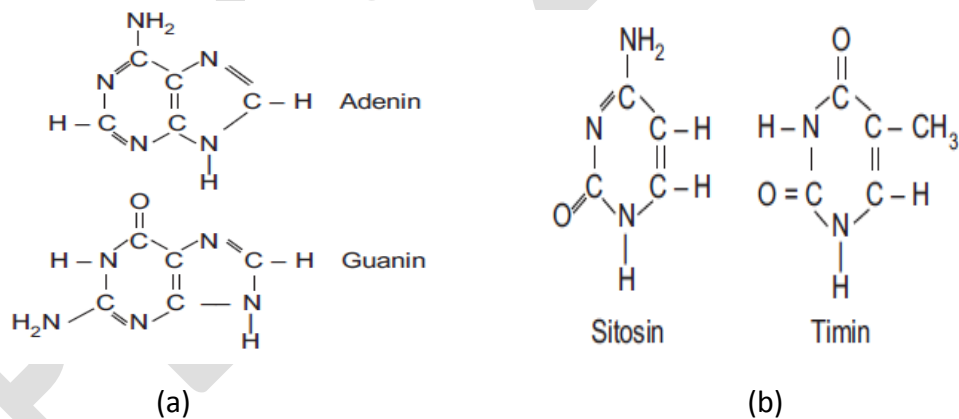
W.T. Atsbury merupakan orang pertama yang mengemukakan gagasan tentang struktur tiga dimensi DNA. Ia menyimpulkan bahwa DNA sangat padat, polinukleotida

penyusunnya berupa timbunan nukleosida pipih yang teratur tegak lurus terhadap sumbu memanjang.

Susunan kimia DNA adalah sebuah makromolekul yang kompleks. Molekul DNA disusun oleh dua rantai polinukleotida yang amat panjang. Satu rantai polinukleotida terdiri atas rangkaian nukleotida. Sebuah nukleotida tersusun atas:

- Gugus gula deoksiribosa (gula dengan lima atom karbon atau pentosa)
- Gugus asam fosfat (fosfat terikat pada C kelima dari gula)
- Gugus basa nitrogen (gugus ini terikat pada C pertama dari gula)

Basa nitrogen dapat digolongkan menjadi dua, yaitu basa purin dan basa pirimidin. Basa purin terdiri atas adenin (A) dan Guanin (G), sedangkan basa pirimidin terdiri atas sitosin (S) dan timin (T). Rangkaian kimia antara deoksiribosa dengan purin dan pirimidin disebut nukleosida (deoksiribonukleosida). Nukleosida tersebut akan berikatan dengan fosfat membentuk nukleotida (deoksiribonukleotida). Gabungan dari nukleotidanukleotida akan membentuk suatu DNA. Jadi, molekul DNA merupakan polimer panjang dari nukleotida yang dinamakan polinukleotida.



Gambar 11.5 Rumus (a) bangun purin dan (b) bangun pirimidin

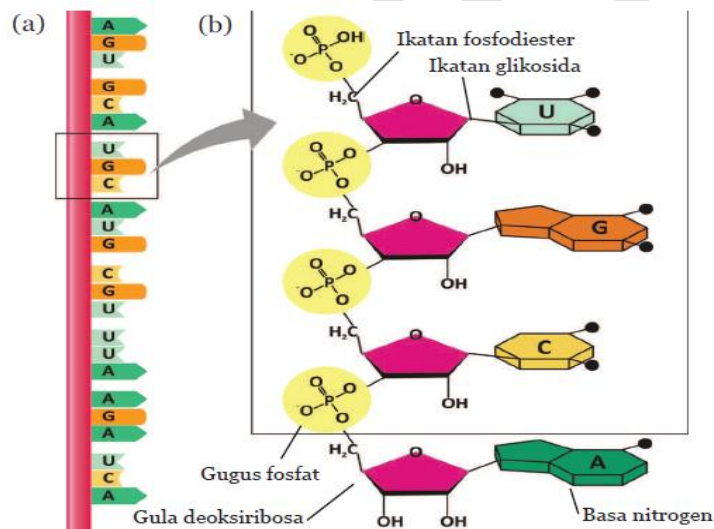
Sumber: Dok. Kemdikbud

Replikasi DNA akan menghasilkan DNA baru. Ada tiga hipotesis yang menjelaskan terjadinya replikasi DNA. Hipotesis pertama menyatakan bahwa bentuk double helix DNA yang lama tetap dan langsung menghasilkan double helix yang baru disebut konservatif. Hipotesis kedua menyatakan double helix akan terputus-putus, selanjutnya segmen-

segmen tersebut akan membentuk segmen-segmen baru yang bergabung dengan segmen lama membentuk DNA baru. Hipotesis ini disebut dispersif. Hipotesis ketiga menyatakan dua pita spiral dari double helix memisahkan diri dan setiap pita tunggal mencetak pita pasangannya disebut semikonservatif.

4. RNA (Ribonucleic Acid = Asam Ribonukleat)

RNA merupakan seutas benang tunggal yang tersusun molekul gula ribosa, gugus fosfat, dan asam nitrogen. Pada RNA tidak terdapat basa nitrogen timin (T), basa nitrogen timin ini pada RNA digantikan oleh basa nitrogen urasil. Struktur DNA yang heliks terbentuk karena adanya beberapa jenis ikatan kimia. Antara untai DNA diikat oleh ikatan hidrogen.



Gambar 11.6 (a) Struktur untai tunggal molekul RNA (b) Struktur kimia RNA

Sumber: Dok. Kemdikbud

Antara basa nitrogen dan gula diikat oleh ikatan glikosida, sedangkan antar nukleotida dihubungkan dengan ikatan fosfodiester. RNA hanya terdiri atas satu untai saja, sehingga struktur RNA tidak membentuk helix ganda.

Berbeda halnya dengan DNA yang terletak dalam nukleus, RNA banyak terdapat dalam sitoplasma terutama ribosom walaupun ada pula beberapa di antaranya dalam nukleus. Dalam sitoplasma, kadar RNA berubah-ubah. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas sintesis protein. Ketika suatu protein akan disintesis, kandungan RNA dalam sel meningkat

begitu pula sebaliknya. Berdasarkan letak dan fungsinya, RNA dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

a. RNA duta (RNA-d) atau m RNA

RNA duta adalah RNA yang menjadi model cetakan dalam proses penyusunan asam amino pada rantai polipeptida atau sintesis protein. Disebut RNA duta, karena molekul ini merupakan penghubung DNA dengan protein dan membawa pesan berupa informasi genetik dari DNA untuk membentuk protein. Informasi genetik berupa urutan basa N pada RNA duta yang memesan suatu asam amino yang disebut kodon. Penyusunan rantai polipeptida tergantung dari urutan kodon pada RNA duta. Urutan kodon pada RNA-d yang dicetak DNA tergantung pada macam protein yang akan disintesis.

b. RNA ribosom (RNA-r)

RNA-r yaitu RNA yang terdapat dalam sitoplasma tepatnya di ribosom dan berfungsi mengatur dalam proses sintesis protein. RNA-r dapat mencapai 80% dari jumlah RNA sel. Molekul rRNA berupa pita tunggal tidak bercabang dan fleksibel.

c. RNA transfer (RNA-t)

RNA-t mempunyai fungsi menerjemahkan kodon yang terdapat pada RNA-d menjadi satu jenis asam amino. Kemampuan menerjemahkan ini, disebabkan oleh adanya anti kodon yang merupakan komplemen dari kodon RNA-d. RNA-t juga berfungsi mengangkut asam amino ke permukaan ribosom pada saat translasi. Translasi adalah penerjemahan urutan nukleotida. RNA-d menjadi urutan asam amino polipeptida.

Tabel 11.1 Perbedaan secara umum DNA dan RNA

DNA	RNA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ditemukan dalam nucleus yaitu dalam kromosom, mitokondria, dan kloroplas. 2. Berupa rantai panjang dan ganda (<i>double helix</i>). 3. Fungsinya berhubungan erat dengan penurunan sifat dan sintesis protein. 4. Kadarnya tidak dipengaruhi oleh aktivitas sintesis protein. 5. Basa nitrogen terdiri atas purin: <i>adenine</i> (A) dan <i>guanine</i> (G), pirimidin: <i>timin</i> (T) dan <i>sitosin</i> (C). 6. Komponen gulanya <i>deoksiribosa</i>, yaitu ribose yang kehilangan satu atom oksigen pada atom C nomor 2. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ditemukan dalam sitoplasma, terutama dalam ribosom dan juga dalam nucleus. 2. Berupa rantai pendek dan tunggal. 3. Fungsinya berhubungan erat dengan sintesis protein. 4. Kadarnya dipengaruhi oleh aktivitas sintesis protein. 5. Basa nitrogen terdiri atas purin: <i>adenine</i> (A) dan <i>guanine</i> (G), pirimidin: <i>urasil</i> (U) dan <i>sitosin</i> (C). 6. Komponen gulanya <i>D-ribosa</i> (pentose).

B. Hukum Mendel

Gregor Johann Mendel lahir tanggal 22 Juli 1822 di kota kecil Heinzendorf di Silesia, Austria. (Sekarang kota itu bernama Hranice wilayah Republik Ceko.) Gregor Johann Mendel merupakan seorang biarawan berkebangsaan Austria, yang berjasa besar dalam memperkenalkan ilmu pengetahuan tentang pewarisan sifat atau disebut genetika. Hukum genetika yang diperkenalkan Mendel dikenal dengan hukum I Mendel dan hukum II Mendel. Dari penemuannya ini, Mendel dikukuhkan sebagai Bapak Genetika.

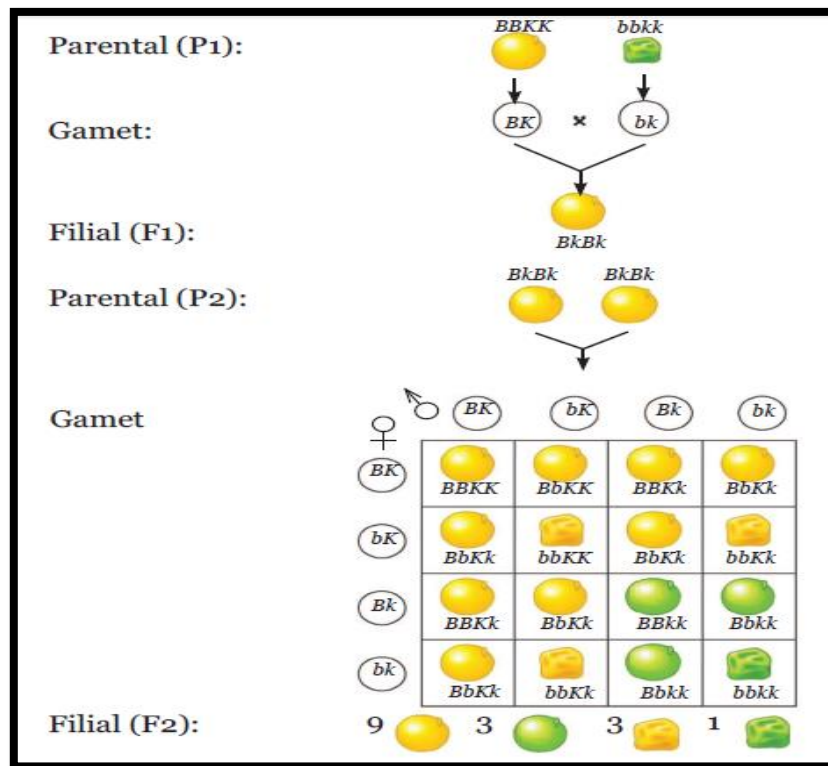
Selama delapan tahun (1856–1864) Mendel melakukan penelitian persilangan pada tanaman ercis atau *Pisum sativum* (kacang kapri). Mendel memilih tanaman ercis untuk percobaannya sebab tanaman ercis masa hidupnya tidak lama hanya berkisar setahun, mudah tumbuh, memiliki bunga sempurna sehingga terjadi penyerbukan sendiri yang akan menghasilkan galur murni (keturunan yang selalu memiliki sifat yang sama dengan

induknya), dan mampu menghasilkan banyak keturunan. Hasil percobaannya diumumkan pada tahun 1865, dan sejak tahun itu ilmu tentang keturunan tumbuh dengan teori-teori yang lebih ilmiah. Tanaman ercis memiliki tujuh sifat dengan perbedaan yang mencolok yaitu: Batang tinggi atau kerdil (pendek), buah polongan berwarna kuning atau hijau, bunga berwarna ungu atau putih, letak bunga aksial (sepanjang batang) atau terminal (pada ujung batang), biji masak berwarna hijau atau kuning, permukaan biji bulat atau berkerut, dan kulit biji abu-abu atau putih.

Hukum II Mendel

Pada percobaan berikutnya, Mendel menggunakan persilangan dengan dua sifat beda atau disebut persilangan dihibrid. Mendel mengawinkan dua kacang kapri yang memiliki dua sifat berbeda. Salah satu kacang kapri berbiji bulat dan berwarna kuning sedangkan pasangannya berbiji kisut dan berwarna hijau. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan sebelumnya Mendel menetapkan genotip untuk berbiji bulat dan berwarna kuning dengan genotip *BBKK* (dominan) dan kacang kapri berbiji kisut dan berwarna hijau dengan genotip *bbkk* (resesif).

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



Gambar 11.7 Bagan persilangan dihibrid
Sumber: Campbell dkk. (2008)

Berdasarkan hasil persilangan diperoleh kacang kapri berbiji bulat berwarna kuning ($BBKK$, $BBKk$, $BbKK$, $BbKk$) sebanyak 12 buah, berbiji bulat berwarna hijau ($BBkk$ dan $Bbkk$) sebanyak 3 buah, berbiji kisut berwarna kuning ($bbKK$ dan $bbKk$) sebanyak 3 buah, dan berbiji kisut berwarna hijau ($bbkk$) sebanyak 1 buah, dan diperoleh perbandingan fenotip bulat kuning: kisut kuning: bulat hijau: kisut hijau sebesar 9:3:3:1. Berdasarkan hasil yang tampak pada F2 ini, maka dapat dikenal adanya **hukum II Mendel** atau dikenal dengan The Law of Independent Assortment of Genes atau **hukum pengelompokan gen secara Bebas**.

Hukum II Mendel menyatakan bahwa bila dua individu mempunyai dua pasang atau lebih sifat, maka diturunkannya sepasang sifat secara bebas, tidak bergantung pada pasangan sifat yang lain. Dengan kata lain, alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling mempengaruhi. Hal ini menjelaskan bahwa gen yang menentukan seperti tinggi tanaman dengan warna bunga suatu tanaman, tidak saling mempengaruhi.

C. Gangguan pada Sistem Reproduksi pada Manusia

Seperti halnya sistem-sistem tubuh lainnya, sistem reproduksi pada manusia dapat mengalami gangguan dan penyakit. Gangguan dan penyakit tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tumor, infeksi virus atau bakteri, serta kelainan fisiologis pada organ reproduksi. Berikut akan dijelaskan beberapa contoh gangguan dan penyakit pada sistem reproduksi manusia.

1. Endometriosis

Endometriosis merupakan gangguan akibat adanya jaringan endometrium dari luar rahim (uterus). Kelainan ini berupa tumbuhnya jaringan endometrium pada ovarium, usus besar ataupun kandung kemih. Endometriosis menyebabkan sakit pada saat menstruasi.

2. Kanker genitalia

Kanker genitalia pada wanita dapat terjadi pada vagina, serviks, dan ovarium. Kanker vagina tidak diketahui penyebabnya, mungkin karena iritasi yang disebabkan oleh virus. Pengobatannya dengan kemoterapi dan bedah laser. Kanker serviks terjadi bila pertumbuhan sel-sel yang abnormal di seluruh lapisan epitel serviks.

Penanganannya dengan pengangkatan uterus, oviduk, ovarium, sepertiga bagian atas vagina, dan kelenjar limfa panggul. Kanker ovarium gejalanya tidak jelas. Biasanya dapat berupa rasa pegal pada panggul, perubahan fungsi saluran pencernaan, atau mengalami pendarahan vagina abnormal. Penanganannya dengan kemoterapi dan pembedahan.

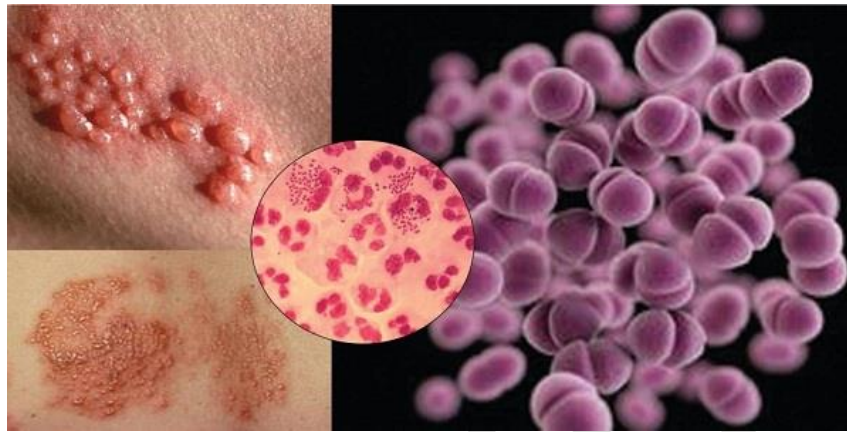
3. Impotensi

Impotensi merupakan ketidakmampuan penis untuk ereksi atau mempertahankan ereksi. Gangguan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti gangguan produksi hormon testosteron, penyakit diabetes mellitus, kecanduan alkohol, dan gangguan sistem saraf.

4. Gonorea (GO)

Gonorea adalah penyakit kelamin yang disebabkan oleh jenis bakteri *Neisseria gonorrhoeae* yang ditularkan melalui hubungan seksual. Masa inkubasi antara 2-10 hari setelah tubuh terinfeksi oleh jenis bakteri tersebut. Ciri dari penyakit gonorea adalah timbul

rasa nyeri ketika buang air kecil, merah, bengkak dan bernanah pada alat kelamin. Penyakit gonorea dapat menyebabkan kemandulan, baik pada wanita maupun laki-laki.



Gambar 11.8 Ciri-ciri Penyakit Gonorea

Sumber: <http://www.newhealthadvisor.com/images/1HT18289/gonorrhea.jpg>

Gejala penyakit gonorea pada laki-laki adalah (1) keluarnya cairan kental berupa nanah dari lubang uretra, (2) timbul rasa nyeri ketika buang air kecil. Sementara itu, gejala penyakit gonorea pada wanita adalah (1) keluarnya cairan kental berupa nanah dari vagina, (2) timbul rasa nyeri dan panas ketika buang air kecil, (3) pada bayi baru lahir, terdapat cairan kuning kental dari mata. Cara mencegah penyakit gonorea adalah hindari hubungan seksual dengan pelacur, pasangan yang berganti-ganti, dan dengan siapa saja yang alat kelaminnya sedang mengeluarkan cairan atau luka.

5. AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome)

Acquired berarti diperoleh, *Immune deficiency* berarti kekebalan yang rapuh, *syndrome* berarti kumpulan gejala yang timbul bersamaan. Jadi, AIDS mempunyai arti menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit, sehingga pengidap AIDS mudah sekali terserang penyakit yang berbahaya. Bahkan, bakteri yang bagi orang biasa tidak menimbulkan penyakit, tetapi pada penderita AIDS dapat menimbulkan kematian.



Gambar 11.9 Penderita HIV/AIDS

Sumber: <https://wulandari213.files.wordpress.com/2012/10/penderita-hiv-aids2.jpg>

6. Sifilis

Disebabkan oleh bakteri *Triponema pallidum*. Ditandai dengan adanya luka pada alat kelamin dan jika tidak segera diobati, bakteri dapat merusak sel otak, melumpuhkan tulang atau merusak jantung dan pembuluh darah. Penyakit ini juga dapat menyebar dan menyerang organ-organ tubuh lainnya, kemudian menimbulkan kerusakan pada organ tersebut.



Gambar 11.10 Gejala penyakit pada tubuh penderita sifilis

Sumber: penyakitsifilis.com

7. Hipogonadisme

Hipogonadisme merupakan penurunan fungsi testis yang disebabkan oleh gangguan interaksi hormon, seperti hormon androgen dan estrogen. Gangguan ini menyebabkan infertilitas, impotensi, dan tidak adanya tanda-tanda kepriaan. Penanganannya dapat dilakukan dengan terapi hormone

8. Herpes Genital

Penyakit ini disebabkan oleh jenis virus *Herpes simplex* dengan masa inkubasi antara 4-7 hari setelah tubuh terinfeksi oleh virus tersebut. *Herpes genital* merupakan infeksi virus pada genital (alat kelamin luar) yang ditularkan melalui hubungan seksual yang berganti-ganti pasangan.



Gambar 11.11 Gejala penyakit herpes pada kulit

Sumber: <http://www.gudangjamu.com/wp-content/uploads/2016/09/Best-Self-Care-for-Genital-Herpes-Home-Remedies.jpg>

9. Epididimitis

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

10. Infertilitas

Infertilitas merupakan ketidakmampuan untuk menghasilkan keturunan. Pada pria, infertilitas diartikan ketidakmampuan sperma untuk membuahi ovum. Infertilitas dapat

disebabkan oleh gangguan spermatogenesis dan oogenesis, tersumbatnya saluran sperma, tersumbatnya tuba Fallopi, dan gangguan pada rahim.

11. Kriptorkidisme

Kriptorkidisme merupakan kegagalan dari satu atau kedua testis untuk turun dari rongga abdomen ke dalam scrotum pada waktu bayi. Penangannya dapat dilakukan dengan pemberian hormon *human chorionic gonadotropin* untuk merangsang testoteron.

12. Prostatitis

Prostatitis merupakan peradangan pada kelenjar prostat. Peradangan kelenjar prostat ini dapat diikuti oleh peradangan uretra. Penderita prostatitis memiliki gejala-gejala seperti sakit saat buang air kecil.

13. Keputihan

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



Gambar 11.12 Jamur *Candida albicans*

Sumber: <http://rhizomananopropolis.com/wp-content/uploads/2015/03/sariawan-jamur-540x303.jpg>

14. Orkitis

Orkitis merupakan peradangan pada testis yang disebabkan oleh virus parotitis. Jika terjadi pada pria dewasa dapat menyebabkan infertilitas.

PLPG 2017

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XI

BIOTEKNOLOGI



Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2017

A. Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

B. Kompetensi Dasar (KD)

1. Mengaplikasikan proses bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Merumuskan konsep bioteknologi berdasarkan contoh proses produksi pangan

C. Uraian Materi

Bioteknologi berasal dari istilah Latin, yaitu *Bio* (hidup), *tekno* (teknologi = penerapan), dan *logos* (ilmu). Artinya, ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi. Menurut European Federation of Biotechnology (EFB), Bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan untuk meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan barang dan jasa.

Ilmu-ilmu pendukung dalam bioteknologi diantaranya adalah mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi sel, teknik kimia, dan enzimologi. Saat ini, aplikasi bioteknologi tidak hanya pada mikroorganisme saja, namun pada tumbuhan dan hewan. Terdapat 4 prinsip dasar bioteknologi, yaitu: Penggunaan agen biologi, menggunakan metode tertentu, dihasilkannya suatu produk turunan, dan melibatkan banyak disiplin ilmu.

Menurut perkembangannya, secara umum bioteknologi dibagi menjadi dua jenis:

1. Bioteknologi konvensional (sederhana)

Bioteknologi Konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana dan diproduksi tidak jumlah yang besar. Dalam bidang pangan, fermentasi merupakan kegiatan mikrobial pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki.

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal.

Seiring dengan perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang merupakan metabolit primer atau sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan. Proses yang dibantu mikroorganisme, misalnya dengan fermentasi, hasilnya antara lain : yoghurt , keju , tempe, roti, kecap ,cuka, dan sebagainya.

a. Yogurt

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



Gambar 18.1 Yogurt
Sumber: <http://www.uniwiwied.com/>

b. Keju

Keju merupakan bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat pada susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Proses pengentalan ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini akan menghasilkan enzim renin, sehingga protein pada susu akan menggumpal dan membagi susu menjadi cair dan padatan (dadih).

Selanjutnya enzim renin akan mengubah gula laktosa dalam susu menjadi asam dan protein yang ada pada dadih. Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses

pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dikenal dengan keju.



Gambar 18.2 Keju

Sumber: <https://ptdiahlestari.wordpress.com/>

c. Roti

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



Gambar 18.3 Roti

Sumber: <http://dinimon.com/>

d. Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil bioteknologi yang terbuat dari kacang kedelai. Pada tahap awal kedelai akan difermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus wentii*. Tahap selanjutnya kedelai yang sudah difermentasikan akan dikeringkan dan direndam di dalam larutan garam. Pembuatan kecap dilakukan melalui

proses perendaman kedelai dengan larutan garam, sehingga pembuatan kecap dinamakan fermentasi garam. Jamur *Aspergillus wentii* akan merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas.



Gambar 18.4 Kecap
Sumber: <http://www.tokomesin.com/>

e. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia yang sering dikonsumsi menjadi salah satu makanan favorit. Pada dasarnya proses produksi tempe ini menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhan, jamur akan menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak. Pada waktu pertumbuhan jamur, jamur juga akan membuat suatu enzim protease yang dapat menguraikan protein kompleks yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh kita.



Gambar 18.5 Tempe
Sumber: <https://gizihmj.wordpress.com/>

f. Cuka

Bahan dasar pada proses pembuatan cuka adalah etanol yang dihasilkan oleh fermentasi anaerob oleh ragi. Oleh bakteri asam asetat, seperti *Acetobacter* dan *Gluconobacter*, etanol akan dioksidasi menjadi asam asetat.

Di bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi konvensional dalam bidang pertanian diantaranya adalah sistem hidroponik. Hidroponik adalah teknik bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lainnya yang menggunakan air atau bahan yang bersifat porus, seperti pecahan genting, pasir kali, batu, kerikil, spons, sabut kelapa, arang kayu, dan sebagainya. Contoh bioteknologi konvensional yang lain dalam bidang pertanian adalah penyeleksian tanaman jenis mustard alami oleh manusia, menghasilkan tanaman, kolabrie, brokoli, kubis, dan kembang kol.

Penerapan bioteknologi konvensional di bidang industri diantaranya adalah teknik bioremediasi, yaitu suatu proses pengelolaan limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya (logam berat) menjadi limbah yang kurang berbahaya. Bioremediasi ini juga melibatkan mikroba tertentu, diantaranya *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas foetida*. Caranya dengan melepaskan langsung bakteri tersebut ke limbah pabrik yang tercemar.

Beberapa contoh bioteknologi tradisional di bidang pengobatan, misalnya *antibiotik penisilin* yang digunakan untuk pengobatan, diisolasi dari bakteri dan jamur, dan vaksin yang merupakan mikroorganisme yang toksinnya telah dimatikan bermanfaat untuk meningkatkan imunitas.

Bioteknologi tradisional di bidang peternakan, misalnya pada domba *ankon* yang merupakan domba berkaki pendek dan bengkok, sebagai hasil mutasi alami dan sapi *Jersey* yang diseleksi oleh manusia agar menghasilkan susu dengan kandungan krim lebih banyak.

2. Bioteknologi modern

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

produksi bahan pangan menjadi solusi terbaik saat ini. Bioteknologi berpotensi meningkatkan produksi tanaman budidaya dan mengurangi pemakaian bahan kimia berbahaya seperti pupuk dan pestisida. Dalam upaya pemenuhan kebutuhan tersebut para ilmuwan mengembangkan bioteknologi modern.

Dalam bioteknologi modern orang berupaya untuk dapat menghasilkan produk dalam jumlah besar secara efektif dan efisien, dengan menggunakan peralatan canggih. Dalam bioteknologi modern selain menggunakan mikroorganisme juga dapat menggunakan bagian-bagian tubuh mikroorganisme, tumbuhan, dan hewan.

Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu. Salah satu produk hasil rekayasa genetik adalah dengan membuat organisme transgenik.

Melalui teknik rekayasa genetik, para ahli bidang bioteknologi dapat menyusun pola gen sedemikian rupa sehingga menghasilkan organisme yang sifat-sifatnya sesuai dengan kebutuhan. Teknik ini dikenal juga dengan istilah DNA rekombinan, yaitu proses mengkombinasikan DNA suatu organisme ke organisme lain. Pengaturan pola genetik ini melibatkan penggunaan gen organisme lain yang disisipkan ke pita DNA organisme tertentu. Organisme yang menggunakan bagian gen organisme lain di dalam tubuhnya dikenal dengan istilah organisme transgenik.

a. Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah mengalami perubahan susunan informasi genetik dalam tubuhnya. Tanaman transgenik ini merupakan suatu alternatif agar tanaman tahan terhadap hama sehingga hasil panen dapat melimpah. Bahkan, tanaman juga dapat direkayasa agar mampu membunuh hama yang menyerang tumbuhan tersebut. Untuk membuat suatu tanaman transgenik, pertama-tama dilakukan identifikasi atau pencarian gen yang akan menghasilkan sifat tertentu (sifat yang diinginkan).



Gambar 18.6 Contoh-contoh tanaman transgenik
Sumber: <http://slideplayer.biz.tr/>

Gen yang diinginkan dapat diambil dari tanaman lain, hewan, cendawan, atau bakteri. Setelah gen yang diinginkan didapat maka dilakukan perbanyakan gen yang disebut dengan istilah kloning gen. Pada tahapan kloning gen, DNA asing akan dimasukkan ke dalam vektor kloning (agen pembawa DNA), contohnya plasmid (DNA yang digunakan untuk transfer gen).

Kemudian, vektor kloning akan dimasukkan ke dalam bakteri sehingga DNA dapat diperbanyak seiring dengan perkembangbiakan bakteri tersebut. Apabila gen yang diinginkan telah diperbanyak dalam jumlah yang cukup maka akan dilakukan transfer gen asing tersebut ke dalam sel tumbuhan yang berasal dari bagian tertentu, salah satunya adalah bagian daun. Transfer gen ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode senjata gen, metode transformasi DNA yang diperantarai bakteri *Agrobacterium tumefaciens*, dan elektroporasi (metode transfer DNA dengan bantuan listrik).

Beberapa tanaman transgenik telah diaplikasikan untuk menghasilkan tiga macam sifat unggul, yaitu tahan hama, tahan herbisida, dan buah yang dihasilkan tidak mudah busuk.

b. Hewan Transgenik

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



Gambar 18.7 Contoh-contoh hewan transgenik
Sumber: <http://www.guruipa.com/>

Bioteknologi modern mempunyai peranan penting dalam bidang kedokteran sehingga semakin menonjol setelah adanya penelitian dan penerapan ilmiah. Bioteknologi modern dibidang kedokteran hampir sama dengan di bioteknologi konvensional tetapi hasilnya jauh lebih banyak dan lebih terjamin menggunakan bioteknologi modern karena dibantu oleh alat-alat canggih lainnya misalnya pembuatan antibodi monoklonal, vaksin, antibiotika, dan hormon.

SOAL LATIHAN

1. Perhatikan data mikroba yang digunakan dalam bioteknologi konvensional berikut :

- (1) *Rhizopus oryzae*
- (2) *Saccharomyces cerevisiae*
- (3) *Neurospora sithophyla*
- (4) *Acetobacter xylium*

Mikroba yang digunakan untuk pembuatan tempe dan sari kelapa secara berurutan ditunjuk oleh nomor

- A. (1) dan (3)
- B. (2) dan (3)
- C. (1) dan (4)**
- D. (2) dan (4)

2. Rekayasa genetika dapat dilakukan dengan mengganti materi genetik sel mikroba dengan materi genetik lain tadi dapat mengambil alih metabolisme sel mikroba, materi genetika sel mikroba diganti tersebut adalah

- A. Rrna
- B. mRNA
- C. tRNA
- D. DNA**

3. Perhatikan komponen-komponen yang digunakan dalam rekayasa genetika di bawah ini:

- 1) kromosom
- 2) enzim
- 3) virus
- 4) sel bakteri
- 5) sel tumbuhan

Tiga komponen utama yang diperlukan untuk melakukan bioteknologi tanaman transgenik adalah nomor

- A. 1, 4 dan 5**
- B. 1, 3 dan 5

Commented [M1]: ////ganti saja bu. Sudah ada penggantian dibawah

C. 1, 3 dan 4

D. 2, 3, dan 5

4. Perhatikan mikroorganisme berikut.

- 1) *Thiobacillus ferrooxidans*
- 2) *Sterptococcus lactis*
- 3) *Lactobacillus lactis*
- 4) *Streptomyces sp*
- 5) *Aspergillus oryzae*

Mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam pengolahan pangan adalah ...

- a. 2, 3, dan 4
- b. 1, 3, dan 4
- c. **2, 3, dan 5**
- d. 1, 3, dan 5

5. Bahan dasar pembuatan roti adalah tepung terigu yang ditambahkan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* agar dapat mengembang. Perubahan yang dilakukan mikroorganisme tersebut terhadap bahan dasar pembuatan roti adalah ...

A. mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida

B. mengubah alkohol menjadi glukosa dan karbondioksida

C. membentuk karbondioksida, oksigen, dan uap air

D. membentuk gas karbondioksida dari zat tepung

6. Insulin dapat dihasilkan oleh sel bakteri melalui proses bioteknologi rekayasa genetika, yaitu

- a. peleburan inti sel pankreas dengan sel bakteri
- b. pemindahan gen bakteri ke dalam sel pankreas
- c. pembiakan sel bakteri dalam medium insulin
- d. penyambungan DNA sel pankreas dengan DNA bakteri
- e. peleburan sel pankreas dengan sel bakteri**

1. Lahan pertanian yang semakin berkurang sementara pertambahan penduduk dan kebutuhan manusia terutama pangan terus meningkat. Salah satu upaya mendukung peningkatan produksi pangan adalah melalui bioteknologi pertanian. Dengan terbatasnya lahan, maka beberapa cara peningkatan produksi pangan dalam lingkup bioteknologi pertanian seperti teknik pembudidayaan tanaman dengan kultur jaringan dan hidroponik telah dilakukan.

- A. Jelaskan perbedaan teknik kultur jaringan dan hidroponik !
- B. Jelaskan prinsip dasar dilakukannya kultur jaringan tanaman ! Apakah semua jenis tumbuhan dan bagian dari tumbuhan dapat dikultur? Jelaskan!
- C. Jelaskan prinsip utama dilakukannya teknologi hidroponik ! Apakah semua jenis tumbuhan dapat dibudidayakan dengan cara hidroponik? Jelaskan!

- D. Jelaskan mengapa tanaman dapat tumbuh dengan baik pada kedua teknik tersebut , walaupun tanpa tanah !
- E. Bagian jaringan manakah dari tumbuhan yang paling baik dijadikan **eksplan** ? Jelaskan pengertian **totipotensi sel** !
2. Pak Karta dan Pak Tono adalah dua petani yang selalu bersama-sama mengolah sawah dengan menanam padi. Keduanya selalu menggunakan pupuk urea pada pertanaman padi. Setiap selesai musim panen padi Pak Karta mengolah lahannya dengan menanam kacang tanah menggunakan pupuk "Legin" (mengandung bakteri *Rhizobium*) sebelum musim tanam padi berikutnya. Pak Tono kadang-kadang juga menanam kacang panjang dan sayuran dengan tetap menggunakan pupuk urea.
- A. Petani yang manakah memperoleh hasil panen lebih banyak, dengan biaya lebih rendah ? Jelaskan
- B. Manakah yang lebih menguntungkan penggunaan pupuk "Legin" atau penggunaan pupuk urea pada penanaman kacang-kacangan? Jelaskan keuntungan dan kerugian yang ditimbulkan!
- C. Jelaskan peranan bakteri *Rhizobium* dalam legin dan pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman!!.
- D. Disebut apakah hubungan asosiasi antara bakteri *Rhizobium* dengan tanaman kacang tanah? Jelaskan keuntungan yang diperoleh tanaman dan bakteri !
- E. Jelaskan unsur kimia/hara utama yang diperlukan tanaman kacang-kacangan dari kedua jenis pupuk ini, dan bagaimana mekanisme tumbuhan menyerap unsur tersebut !
3. Ada beberapa tahapan pada proses pembuatan tempe, yaitu : kedelai dicuci, direndam semalam, dan kulit kedelai dikupas. Selanjutnya kedelai direbus, didinginkan lalu dinokulasi dengan *Rhizopus oryzae*. Selanjutnya dibungkus dan diinkubasi selama 2 hari. Tempe yang dihasilkan kadang memiliki tekstur yang tidak bagus bahkan kadang gagal.
- A. Mengapa perlu dilakukan pencucian, perendaman dan perebusan pada kedelai?
- B. Jelaskan peranan dan manfaat *Rhizopus oryzae* pada tempe !
- C. Jelaskan tujuan inkubasi !
- D. Tunjukkan perubahan kimia dan fisik yang terjadi pada semua tahapan proses !
- E. Jelaskan hal –hal yang menyebabkan kegagalan pada pembuatan tempe !
4. Suatu percobaan menanam biji kacang hijau pada cawan petri dengan substrat kapas yang diberi air. Biji kacang hijau dengan ukuran kecil, sedang dan besar masing-masing ditumbuhkan pada wadah yang berbeda selama 4-7hari.
- A. Biji kacang hijau yang manakah yang pertumbuhannya paling baik?
- B. Jelaskan hubungan antara ukuran biji kacang hijau dengan pertumbuhan tanaman!
- C. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pertumbuhan pada tanaman !
5. Bioteknologi juga dapat diterapkan pada bidang peternakan, seperti sapi perah dan ikan salmon yang diberi gen hormone pertumbuhan asing untuk meningkatkan produksi susu, bobot daging dan ukuran dalam waktu yang singkat. Selain itu peternakan mikroorganisme juga adalah suatu bioteknologi yang prospektif, contohnya *Saccharomyces cerevisiae*, *Chlorella*, *Spirulina*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles* sebagai sumber protein (PST).
- A. Manakah yang lebih efisien beternak sapi perah dan ikan salmon atau beternak mikroorganisme sebagai sumber protein ? Jelaskan
- B. Bagaimana menyiapkan lahan/ substrat bagi kedua teknologi peternakan tersebut

C. Jelaskan kelebihan dan kekurangan dari kedua teknologi tersebut !

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A. dan Jane B. Reece. 2010. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Faidah, dkk. 2009. *Biologi Untuk SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sembiring, Langkah dan Sudjino. 2009. *Biologi Untuk SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Siti. dkk. 2015. *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX Semester 2*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Kebudayaan, Balitbang, Kemdikbud.
- Winduono, Yamin. 2016. *Modul Guru Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kemdikbud.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB 13

GELOMBANG DAN OPTIK



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 13

GELOMBANG DAN OPTIK



Sumber: www.universalb.com

Kompetensi Inti (KI)

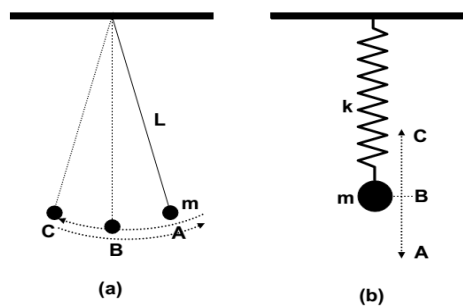
Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Memahami konsep getaran, gelombang, bunyi, dan pendengaran, serta penerapannya dalam sistem sonar pada hewan dan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mendeskripsikan sifat-sifat cahaya, pembentukan bayangan, serta aplikasinya untuk menjelaskan penglihatan manusia, proses pembentukan bayangan pada mata serangga, dan prinsip kerja alat optik.

A. Getaran

Untuk mempelajari konsep getaran, pertama-tama marilah kita perhatikan gambar badul dan pegas di bawah ini:



Gambar 13.1 Getaran pada (a) bandul dan (b) pegas
Sumber: Suharto, 2016

Bandul pada gambar 13.1 (a) (berada pada ruang hampa udara) mempunyai panjang l dan massa m dimana B adalah titik seimbang bandul, jika bandul ditarik menyimpang dari posisi kesetimbangan yaitu ke titik A kemudian dilepas, maka bandul akan bergerak ke titik B kemudian ke titik C dan akan berbalik arah ke titik kesetimbangan yaitu ke titik B kemudian kembali ke titik awal yaitu di titik A, dan berulang begitu seterusnya.

Bandul pada gambar 13.1 (b) (berada pada ruang hampa) memiliki konstanta pegas k dan di ujung pegas tersebut digantungkan beban bermassa m , sehingga berada pada posisi kesetimbangan pada posisi B. Kemudian pegas tersebut ditarik sehingga bertambah panjang dan berada pada posisi A. Selanjutnya pegas dilepas. Pegas akan bergerak dari titik A ke titik B kemudian ke titik C kemudian berbalik arah kembali ke posisi B dan menuju posisi awal yaitu posisi A dan berulang, begitu seterusnya.

Kedua jenis benda baik bandul maupun pegas menunjukkan gerak bolak-balik bergerak dari posisi A kemudian kembali ke posisi awal yaitu posisi awal, gerakan tersebut berulang sehingga disebut gerak harmonik. Gerak harmonik biasa juga dikenal dengan getaran.

Getaran memiliki besaran-besaran fisik tertentu tertentu. Mari kita perhatikan kembali gambar 13.1. Pada bandul dan pegas terdapat titik kesetimbangan yaitu titik B, jika bandul maupun pegas ditarik menuju titik A, maka titik di antara titik B dan titik A merupakan simpangan, simpangan terjauh berada pada titik A yang biasa juga disebut simpangan maksimum. Simpangan maksimum tersebut juga dikenal dengan amplitudo.

Bandul dan pegas bergerak dari titik A ke titik B kemudian ke titik C dan kemudian berbalik ke titik B dan kembali ke titik A, gerakan tersebut A-B-C-B-A disebut satu getaran. Waktu yang dibutuhkan oleh bandul dan pegas untuk satu kali bergetar dinamakan periode yang disimbolkan sebagai T . Parameter yang lain dari sebuah getaran adalah frekuensi yang disimbolkan sebagai f yang didefinisikan sebagai banyaknya getaran tiap satuan waktu. Secara matematis hubungan antara periode dan frekuensi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f} \quad (13 - 1)$$

Keterangan :

f = frekuensi (1/s) atau Hz

T= periode (s)

Untuk besarnya periode pada bandul dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (13 - 2)$$

Keterangan :

l= panjang tali (m)

g= percepatan gravitasi(ms^{-2})

Sedangkan untuk menghitung besarnya periode pada pegas dapat menggunakan persamaan :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (13 - 3)$$

Keterangan :

m= massa beban pegas (m)

k = konstanta pegas (N/m)

B. Gelombang

Pada bagian sebelumnya kita telah membahas tentang getaran, pada bagian ini kita mencoba membahas lebih lanjut tentang bagaimana jika sekiranya getaran itu merambat. Getaran yang merambat disebut sebagai gelombang. Partikel dan gelombang keduanya dapat membawa energi namun transfer energinya berbeda. Sebagai contoh jika kamu melontarkan sebuah bola ke arah temanmu, bola tersebut berpindah dan membawa energi. Namun jika kamu dan temanmu memegang masing-masing ujung tali kemudian menggetarkan tali tersebut, tidak ada perpindahan materi dari getaran tersebut tapi ada perpindahan energi melalui gelombang tali menuju ke arah temanmu.

Berdasarkan penyebab timbulnya gelombang, gelombang dibedakan menjadi dua jenis yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik merupakan gelombang yang terjadi disebabkan gangguan mekanis seperti benturan, pukulan, sedangkan

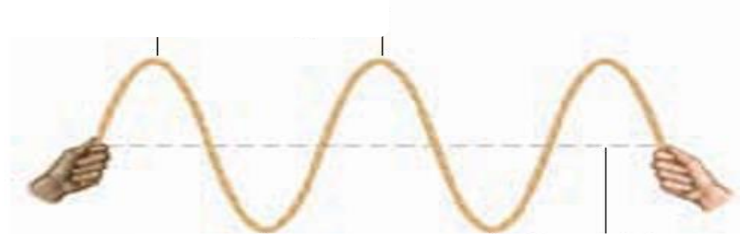
gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang terbentuk diakibatkan interaksi listrik dan magnet.

Gelombang air, gelombang suara dan gelombang pada tali merupakan contoh dari gelombang mekanik. Gelombang mekanik memerlukan medium dalam perambatannya, misalnya gelombang air memerlukan air dalam merambat.



Gambar 13.2 Gelombang air
Sumber: Feather, R. M., McLaughlin, C. W., Thompson, M., & Zike, D., 2009

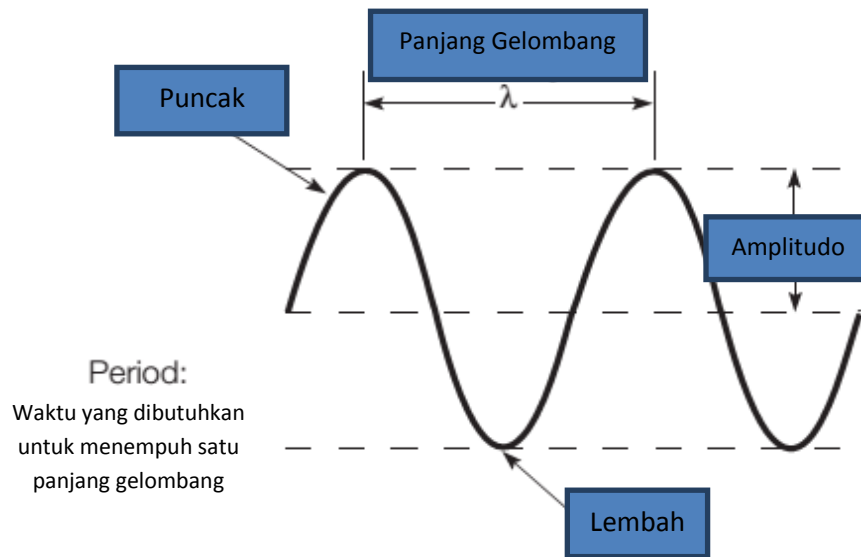
Berdasarkan arah rambatnya, gelombang mekanik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal merupakan gelombang yang arah rambatnya tegak lurus dengan arah getarnya. Untuk lebih memahami gelombang transversal perhatikan Gambar 13.3 di bawah ini.



Gambar 13.3 Gelombang pada tali
Sumber: Feather, R. M., McLaughlin, C. W., Thompson, M., & Zike, D., 2009

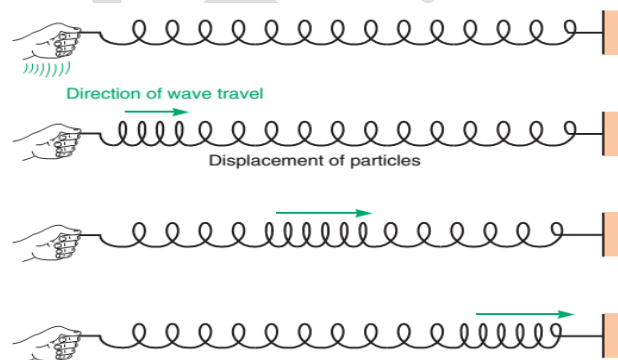
Jika kamu dan temanmu masing-masing memegang ujung seutas tali dan salah satu di antara kalian menggerakkan naik turun dan yang lain menahan pada posisinya maka akan terjadi pola seperti Gambar 13.3. Arah rambatnya menuju arah temanmu sedangkan arah getarnya naik turun.

Untuk dapat memahami lebih lanjut marilah kita menentukan besaran fisis untuk gelombang. Karena gelombang merupakan getaran yang merambat sehingga besaran fisis yang terdapat pada getaran juga terdapat pada gelombang yaitu: amplitudo, frekuensi, periode. Perhatikan Gambar 13.4.



Gambar 13.4 Gelombang transversal
Sumber: Tipler & Mosca, 2008

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarnya. Sebagai contoh jika kita menggerakkan slinky ke depan dan ke belakang maka akan terbentuk rapatan dan regangan pada slinky tersebut. Perhatikan Gambar 13.5 di bawah ini:

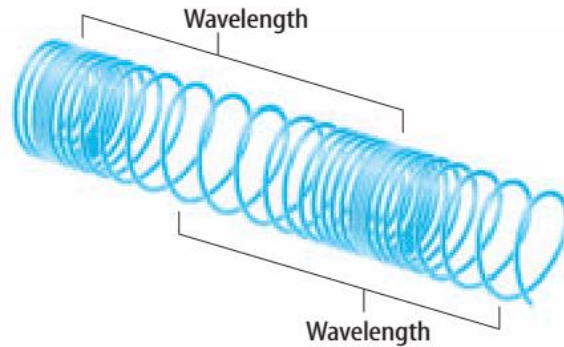


Gambar 13.5 Perambatan gelombang
Sumber: Tipler & Mosca, 2008

Gambar 13.5 menunjukkan bahwa sebuah slinky direntangkan di mana salah satu ujungnya terikat dan yang lain kita pegang kemudian kita gerakkan ke depan dan ke belakang. Kita dapat melihat pola yang terbentuk yaitu terdapat regangan dan rapatan.

Sama seperti pada gelombang transversal, gelombang longitudinal juga memiliki besaran-besaran fisis, yaitu : amplitudo, periode, frekuensi, panjang gelombang dan cepat

rambat gelombang. Untuk memahami lebih lanjut tentang besaran fisis pada gelombang longitudinal, perhatikan Gambar 13.6 di bawah ini.



Gambar 13.6 Panjang gelombang pada slingki
Sumber: Feather, R. M., McLaughlin, C. W., Thompson, M., & Zike, D., 2009

Jika pada gelombang trasnversal, panjang gelombang didefinisikan sebagai jarak antara satu puncak ke puncak lainnya atau satu lembah ke lembah lainnya maka panjang gelombang pada gelombang longitudinal didefinisikan sebagai jarak rapatan ke rapatan berikutnya atau jarak antara regangan ke regangan berikutnya.

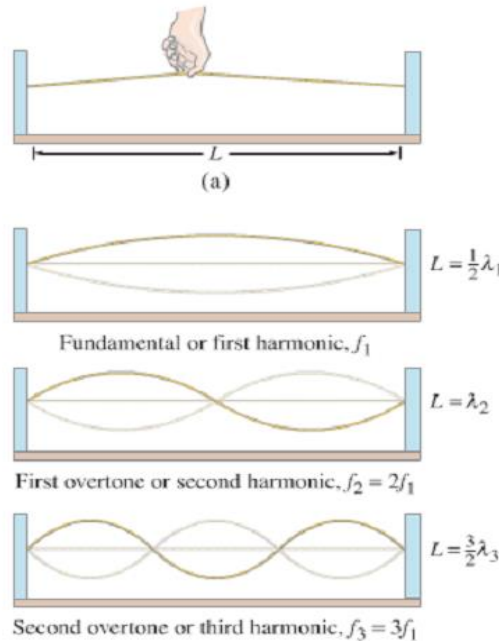
C. Bunyi

Pada bagian ini kita akan mebahas salah satu jenis dari gelombang longitudinal yaitu bunyi. Bunyi dikaitkan dengan indra pendengaran kita. Istilah bunyi mengacu pada sensasi fisik yang mencapai telinga kita. Dalam mempelajari bunyi, bunyi apapun itu kita dapat membedakan tiga aspek. Aspek yang pertama adalah aspek sumber bunyi, aspek yang kedua yaitu besar energi yang di transmisikan dalam bentuk gelombang. Aspek ketiga adalah detektor bunyi, biasanya detektor berupa telinga atau mikrofon.

Aspek pertama pada bunyi adalah sumber bunyi. Hampir semua benda dapat bergetar sehingga hampir semua benda dapat menjadi sumber bunyi. Namun pada kesempatan kali ini kita hanya akan membahas beberapa sumber bunyi yang sederhana, khususnya alat musik. Pada alat musik sumber bunyinya dapat dibuat bergetar dengan memukul, memetik, menggesek dan meniup.

Secara umum, sumber bunyi pada alat musik memanfaatkan dawai atau kolom udara sebagai sumber getaran. Alat musik yang memanfaatkan dawai antara lain : biola, gitar, piano sedangkan yang menggunakan kolom udara yaitu seruling, terompet dan organ pipa.

1. Alat Musik Berdawai



Gambar 13.7 Gelombang stasioner
Sumber: Giancoli, 2005

Gambar 13.7 menunjukkan gelombang stasioner pada dawai yang merupakan dasar untuk semua alat musik yang berdawai. Titik nadanya biasanya ditentukan oleh frekuensi resonansi rendah yaitu frekuensi fundamental, yang berkaitan dengan simpul-simpul (node) yang terjadi di bagian ujung. Dawai yang bergerak ke atas dan ke bawah secara keseluruhan berkaitan dengan setengah panjang gelombang seperti pada gambar kedua, sehingga panjang gelombang fundamental pada dawai adalah sama dengan dua kali panjang l dari dawai. Oleh karena itu, frekuensi fundamental adalah $f_1 = v/\lambda = v/2l$ dimana v adalah kecepatan gelombang pada dawai (bukan pada udara). Kemungkinan frekuensi untuk gelombang stasioner pada tali yang terbentang adalah kelipatan bilangan bulat dari frekuensi fundamentalnya.

$$f_n = nf_1 = n \frac{v}{2l}, n = 1, 2, 3, \dots \quad (13 - 5)$$

Dimana $n = 1$ mengacu pada frekuensi fundamental dan $n = 2, 3, \dots$ adalah *overtone* (nada atas). Seluruh gelombang stasioner, $n = 1, 2, 3$ disebut harmonik. Ketika jari ditekankan pada dawai gitar atau biola, panjang efektif dawai yang bergetar itu diperpendek. Jadi frekuensi fundamentalnya lebih tinggi karena panjang gelombang fundamentalnya lebih pendek. Dawai-dawai pada gitar atau biola semua sama panjang. Mereka memperdengarkan nada yang berbeda karena masing-masing dawai memiliki massa yang berbeda per satuan panjang $= \sqrt{F_T/\mu}$. Dengan demikian kecepatan pada dawai yang lebih berat adalah lebih rendah dan frekuensi akan lebih rendah untuk panjang gelombang yang sama.

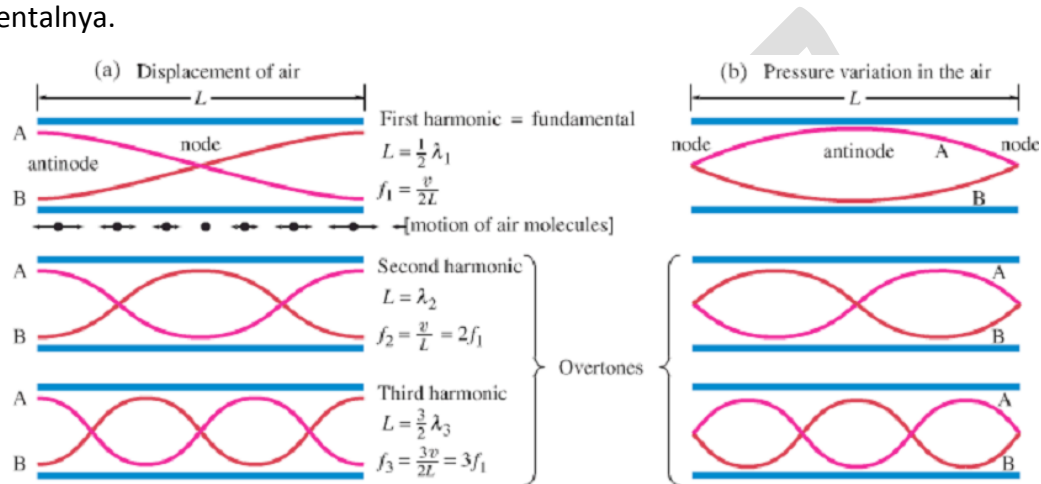
2. Alat Musik Tiup

Alat-alat musik seperti alat musik tiup kayu (*woodwind*), alat musik tiup logam (*brass*) dan organ pipa menghasilkan bunyi dari getaran gelombang stasioner pada kolom udara di dalam tabung. Gelombang stasioner dapat terjadi di udara pada rongga apapun, termasuk rongga tenggorokan manusia, tetapi frekuensi yang timbul itu rumit pada semua bentuk benda kecuali bentuk yang sangat sederhana, seperti tabung-tabung yang seragam dan sempit seperti pada seruling dan pipa organ.

Dalam menganalisis gelombang stasioner pada pipa organa, terdapat dua variasi pipa organa yaitu pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup. Pada pipa organa terbuka kedua ujung pipa terbuka sedangkan pada pipa organa tertutup salah satu diantara ujung pipa organa tertutup.

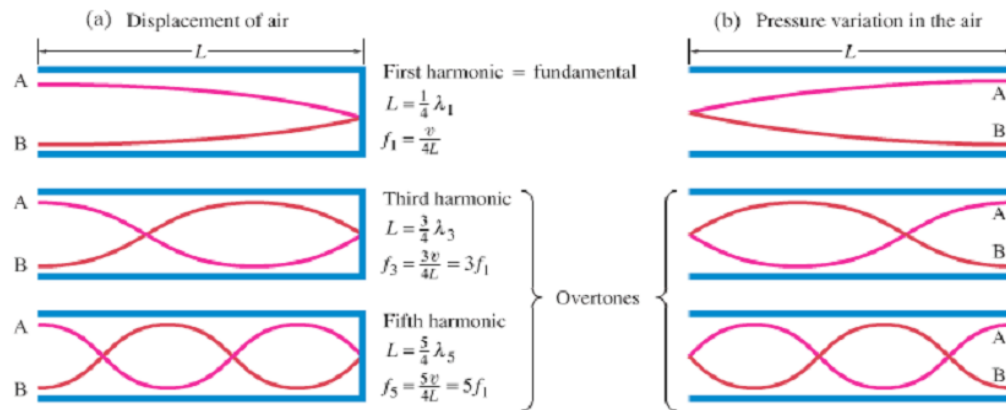
Pertama-tama kita bahas terlebih dahulu pipa organa terbuka. Kita bisa menggambarkan gelombang itu baik dalam konteks aliran udara, yaitu dalam konteks perpindahan (*displacement*) udara atau dalam konteks tekanan (*pressure*). Sebuah tabung terbuka memiliki anti simpul (*antinode*) perpindahan di kedua ujungnya karena udara bebas untuk bergerak di ujung-ujungnya yang terbuka. Harus ada setidaknya satu simpul (*node*) dalam sebuah tabung terbuka agar setidaknya satu gelombang berdiri. Sebuah simpul tunggal sesuai dengan frekuensi fundamental dari tabungnya. Karena jarak antara kedua simpul berturut-turut atau antara dua simpul berturut-turut adalah $1/2\lambda$, ada satu setengah panjang gelombang sepanjang tabung untuk kasus yang paling sederhana dari gelombang

fundamental $l = \frac{1}{2} \lambda$ atau $\lambda = 2l$. Jadi frekuensi fundamentalnya adalah $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$ dimana v adalah kecepatan bunyi di udara. Gelombang stasioner dengan dua simpul adalah overtone pertama atau harmonik kedua dan memiliki setengah panjang gelombang dan dua kali frekuensi dari gelombang fundamentalnya. Memang dalam tabung seragam yang terbuka di kedua ujungnya, frekuensi setiap overtone merupakan kelipatan integral dari frekuensi fundamentalnya.



Gambar 13.8 Pipa Organa Terbuka
 Sumber: Giancoli, 2005

Pada pipa organa tertutup selalu ada simpul perpindahan pada ujung tertutup dan anti simpul di ujung terbuka. Karena jarak antara simpul dan anti simpul terdekat adalah $1/4\lambda$, kita melihat bahwa gelombang fundamental dalam tabung tertutup sesuai dengan hanya seperempat dari panjang gelombang sepanjang tabung $l = \frac{\lambda}{4}$ dan $\lambda = 4l$. Jika frekuensi fundamental menjadi $f_1 = v/4l$ atau setengah dari pipa terbuka yang sama panjang. Ada perbedaan lain, hanya harmonik ganjil yang hadir dalam tabung tertutup : overtone-nya memiliki frekuensi sama dengan 3, 5, 7,... kali frekuensi fundamentalnya. Tidak ada cara lain bagi gelombang dengan 2,4,6... kali frekuensi fundamental untuk memiliki simpul di salah satu ujung dan anti simpul pada ujung yang lain.



Gambar 13.9 Pipa Organa Tertutup

Sumber: Giancoli, 2005

Aspek kedua dari gelombang adalah medium rambat. Sebagai gelombang mekanik, bunyi membutuhkan medium untuk merambat. Medium perambatan bunyi mempengaruhi cepat rambat gelombang bunyi. Cepat rambat bunyi berbeda pada setiap medium. Cepat rambat bunyi pada berbagai medium ditampilkan pada Tabel 13.1 berikut ini.

Tabel 13.1 Cepat Rambat Bunyi dalam Berbagai Medium

The Speed of Sound^a

Medium	Speed (m/s)
<i>Gases</i>	
Air (0°C)	331
Air (20°C)	343
Helium	965
Hydrogen	1284
<i>Liquids</i>	
Water (0°C)	1402
Water (20°C)	1482
Seawater ^b	1522
<i>Solids</i>	
Aluminum	6420
Steel	5941
Granite	6000

^aAt 0°C and 1 atm pressure, except where noted.

^bAt 20°C and 3.5% salinity.

Sumber. Tipler & Mosca, 2008

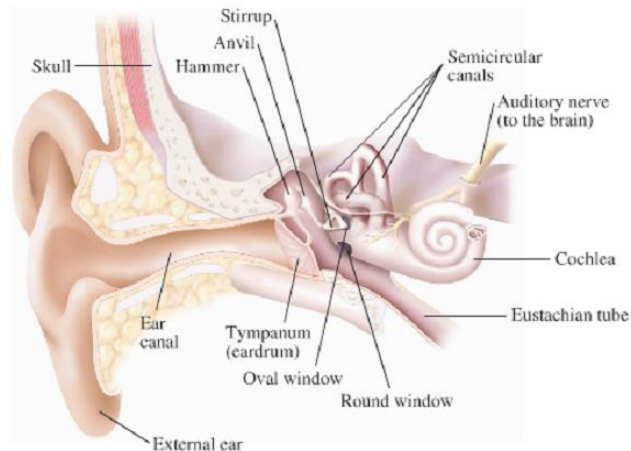
Selain tergantung pada medium, cepat rambat bunyi juga dipengaruhi suhu dan tekanan. Sebagai contoh bunyi merambat dengan kecepatan 331 m/s di udara pada 0° C pada tekanan 1 atm. Pada udara cepat rambat bunyi pada berbagai suhu pada tekanan 1 atm dituliskan dalam sebuah persamaan dibawah ini:

$$v \approx (331 + 0,60T)m/s$$

Di mana T adalah suhu dalam °C. Sebagai contoh jika suhu 20 °C maka besar cepat rambat bunyi adalah $v = (331 + 0,60 \times 20)m/s = 343 m/s$.

Aspek yang ketiga dari bunyi adalah detektor bunyi misalnya dalam hal ini telinga dan mikrofon. Telinga manusia merupakan detektor bunyi yang sangat sensitif. Fungsi telinga adalah mengubah energi getaran gelombang menjadi sinyal listrik yang dibawa ke otak melalui saraf. Cara kerja mikrofon juga demikian. Gelombang bunyi menumbuk diafragma mikrofon sehingga menyebabkan bergetar, getaran tersebut diubah menjadi sinyal listrik dengan frekuensi yang sama.

Telinga terdiri dari tiga bagian utama : telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Pada telinga luar, gelombang bunyi dari luar berjalan menyusuri kanal telinga ke gendang telinga, yang bergetar menanggapi gelombang yang menimpanya. Telinga tengah terdiri dari tiga tulang kecil yang dikenal sebagai tulang martil, landasan, dan sanggurdi. Jendela oval pada telinga berfungsi mentransfer getaran dari gendang telinga ke telinga bagian dalam. Sistem tuas yang halus ini ditambah dengan luas yang relatif besar dari gendang telinga dibandingkan dengan luas jendela oval, menghasilkan penguatan tekanan dengan faktor sekitar 20. Telinga bagian dalam terdiri dari kanal-kanal semi sirkularis yang penting untuk mengendalikan keseimbangan dan koklea yang berisi cairan dimana energi getaran gelombang bunyi diubah menjadi energi listrik dan dikirim ke otak.

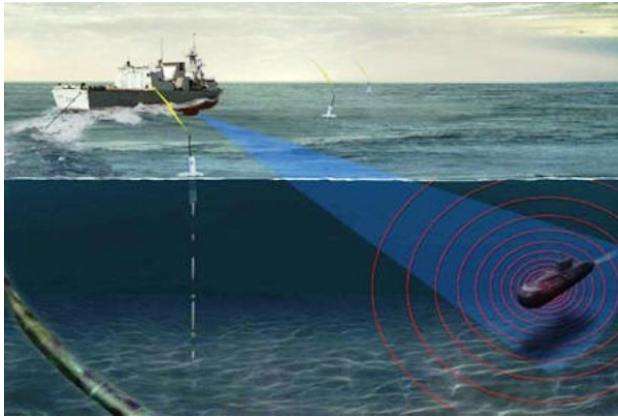


Gambar 13.10 Telinga
Sumber: Giancoli, 2005

3. Sistem Sonar pada Makhluk Hidup

Berbagai hewan menggunakan sistem SONAR (Sound Navigation and Ranging) dalam mengenali lingkungan. Sistem sonar merupakan sebuah teknik yang menggunakan penalaran suara untuk navigasi atau mendeteksi keberadaan suatu objek. Lumba-lumba dan kelelawar merupakan contoh hewan yang menggunakan sistem sonar. Kelelawar berburu makanan pada malam hari namun organ penglihatannya tidak mampu melihat secara optimal. Kelelawar mengeluarkan bunyi dengan frekuensi tinggi kemudian mendengarkan bunyi pantulan yang diterimanya untuk mengetahui letak benda-benda di sekitarnya. Mekanisme penggunaan *echo* (gema) dalam memahami keadaan lingkungan dikenal sebagai ekolokasi. Selain kelelawar, lumba-lumba juga menggunakan sistem sonar untuk mengenali lingkungannya. Kantung-kantung udara yang menghasilkan bunyi berfrekuensi tinggi berada tepat di bawah lubang pernafasan pada kepala lumba-lumba. Ketika bunyi tersebut membentur benda misalnya ikan (mangsa), maka gelombang sonar ini akan segera terpantul. Rahang bawah berfungsi sebagai penerima pantulan dan meneruskan ke telinga kemudian dikirim ke otak untuk diterjemahkan sehingga lumba-lumba memperoleh informasi mengenai rinci bahkan mampu memetakan keadaan sekelilingnya.

Teknologi sonar pada kelelawar dan lumba-lumba ini kemudian diadaptasi oleh manusia misalnya untuk mengukur kedalaman laut ataupun mendeteksi kapal selam musuh.



Gambar 13.11 Penggunaan Sistem Sonar pada Kapal Laut

Sumber: maritime-

line.blogspot.com/2012/11/sonar.html

Mekanisme kerjanya sama dengan sistem sonar pada hewan. Dari kapal bunyi berfrekuensi tinggi dipancarkan dan bergerak dengan kecepatan v . Suatu saat akan sampai di dasar laut (h). Sampai di dasar laut bunyi akan dipantulkan kembali ke kapal. Karena kecepatan selama proses ini dianggap sama, maka waktu yang dibutuhkan bunyi untuk bergerak dari kapal ke dasar laut akan sama dengan waktu yang

dibutuhkan oleh bunyi pantul dari dasar laut ke kapal. Sehingga jika selang waktu yang dibutuhkan selama proses ini adalah t , dan jarak tempuh bunyi selama proses bolak-balik adalah $2h$, maka dapat dirumuskan :

$$h = \frac{v \times t}{2} \quad (13 - 6)$$

Contoh Soal 1

Bagaimanakah frekuensi dasar dan dua nada dasar pertama untuk sebuah pipa organa sepanjang 26 cm jika (a) terbuka, dan (b) tertutup ?

Solusi:

(a) Untuk pipa organa terbuka

Kecepatan rambat bunyi di udara adalah 343 m/s

Frekuensi dasar pipa organa terbuka adalah:

$$f_1 = \frac{v}{2l} = \frac{343}{2(0,26)} = 660 \text{ Hz}$$

Frekuensi nada dasar kedua adalah:

$$f_2 = \frac{v}{l} = \frac{343}{(0,26)} = 1319 \text{ Hz}$$

Frekuensi nada dasar ketiga adalah:

$$f_3 = \frac{3v}{2l} = \frac{3 \times 343}{2(0,26)} = 1980 \text{ Hz}$$

(b) Untuk pipa organa tertutup

Frekuensi dasar pipa organa tertutup adalah:

$$f_1 = \frac{v}{4l} = \frac{343}{4 (0,26)} = 330 \text{ Hz}$$

Frekuensi nada dasar kedua adalah:

$$f_2 = \frac{3v}{4l} = \frac{3 \times 343}{4 (0,26)} = 990 \text{ Hz}$$

Frekuensi nada dasar ketiga adalah:

$$f_3 = \frac{5v}{4l} = \frac{5 \times 343}{4 (0,26)} = 1650 \text{ Hz}$$

Contoh Soal 2

Sebuah gelombang berjalan memiliki persamaan $y = 0,02 \sin \pi(50t + x)$ m. Dari persamaan gelombang tersebut, tentukan:

- Arah perambatan gelombang
- Frekuensi gelombang
- Panjang gelombang
- Cepat rambat gelombang

Solusi:

- Arah rambat gelombang ke kiri
- Frekuensi (f) =?
 $\omega = 2\pi f = 50\pi$
 $f = 50/2 = 25 \text{ Hz}$
- Panjang Gelombang (λ) =?
 $k = 2\pi/\lambda = \pi$
 $\lambda = 2 \text{ m}$
- Cepat rambat gelombang (v) =?
 $v = \lambda f = 2 \times 25 = 50 \text{ m/s}$

D. Optik

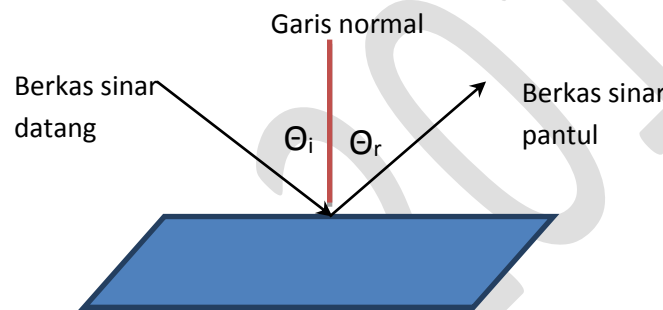
Pernahkah Anda memperhatikan penampilan Anda di depan sebuah cermin? Tentu jawabannya pernah atau malah sering. Penampilan bagi sebagian orang merupakan hal yang sangat penting dan mendukung kepercayaan diri seseorang. Untuk meyakinkan diri bahwa penampilan sudah sesuai harapan, tentu kita membutuhkan alat yang disebut cermin. Dengan cermin kita dapat melihat diri sendiri. Mungkin Anda juga pernah memperhatikan sedotan yang terlihat patah ketika disimpan di dalam kaca tembus pandang. Sedotan terlihat patah tepat pada bidang batas air/bawah permukaan air. Ini juga merupakan sifat pembentukan bayangan pada cahaya. Bagaimana pembentukan bayangan benda pada

cermin? Bagaimana sedotan bisa terlihat patah? Jawabannya akan dibahas secara lengkap berikut ini.

1. Optik Geometri

a. Hukum Pemantulan

Satu berkas cahaya menimpa permukaan rata (sudut datang θ_i) pada sudut antara berkas sinar datang dan garis normal (tegak lurus) dan sudut pantul θ_r sebagai sudut yang terbentuk dari berkas sinar pantul dengan garis normal (lihat Gambar 13.11). Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang. Sudut datang sama dengan sudut pantul. Pernyataan ini dikenal dengan hukum pemantulan.



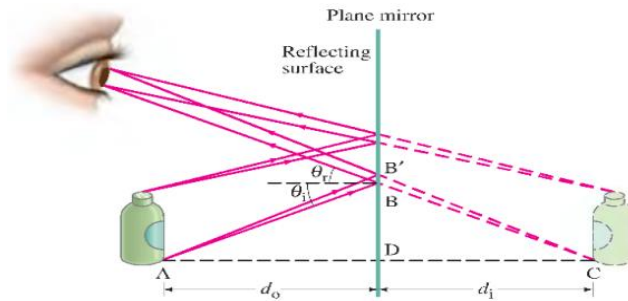
Gambar 13.12 Pemantulan cahaya
Sumber: Dokumen Pribadi, 2016

b. Pemantulan pada cermin datar

Cermin datar adalah cermin dengan permukaan pemantul yang datar dan halus. Pada Gambar 13.12 berikut, kita memandang cermin dari samping dan berkas-berkas cahaya yang digambarkan terpantul dari permukaan depan. Berkas cahaya meninggalkan dua titik yaitu tutup dan dasar botol. Berkas-berkas cahaya meninggalkan setiap titik pada benda dengan berbagai arah tetapi hanya yang mencapai mata saja yang digambarkan. Berkas-berkas simpangan yang memasuki mata tampak datang dari satu titik di belakang cermin yang disebut titik bayangan. Jarak antara botol dengan cermin disebut jarak benda sedangkan jarak antara bayangan botol dengan cermin adalah jarak bayangan.

Berkas-berkas cahaya sebenarnya tidak melewati lokasi bayangan itu sendiri. Oleh karena itu dalam pembentukan bayangan cermin datar garis-garis yang terdapat di belakang cermin digambarkan garis putus-putus. Bayangan tersebut disebut dengan bayangan maya.

Disebut maya karena jika Anda meletakkan layar di belakang cermin, tidak akan ada bayangan yang terbentuk.



Gambar 13.13 Pembentukan bayangan pada cermin datar
Sumber: Giancoli, 2005

c. Pembiasan dan Hukum Snellius

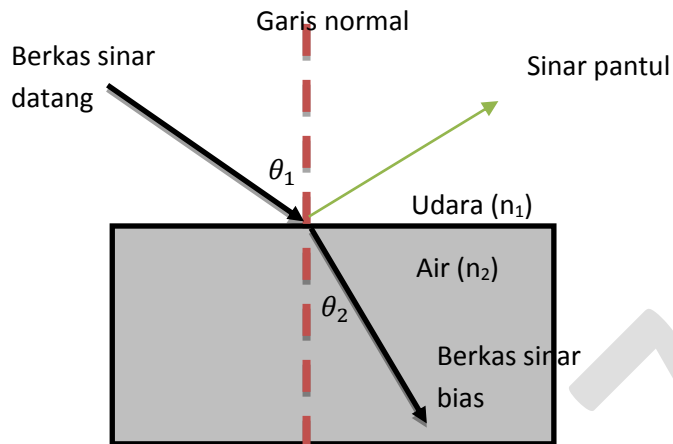
Ketika cahaya melintas pada suatu medium tembus pandang yang berbeda indeks biasnya misalnya air atau kaca, maka sebagian cahaya akan diteruskan dan sebagian lagi dipantulkan. Pembelokan sinar ketika melewati medium dengan indeks bias yang berbeda disebut dengan pembiasan.

Sebelum membahas lebih jauh materi pembiasan terlebih dahulu dibahas mengenai indeks bias. Indeks bias diperoleh karena adanya pengurangan laju kecepatan cahaya dari udara ketika memasuki sebuah medium seperti kaca dan air. Laju cahaya akan lebih lambat pada medium transparan dibandingkan di udara atau ruang hampa udara. Misalnya laju cahaya pada air kira-kira $\frac{3}{4}$ laju cahaya pada udara/vakum atau $\frac{3}{4} c$. c adalah kecepatan cahaya yaitu 3×10^8 m/s. perbandingan antara laju cahaya di ruang vakum dengan laju cahaya pada medium tertentu disebut indeks bias atau secara matematis indeks bias (n) ditulis sebagai berikut.

$$n = \frac{c}{v} \quad (13-7)$$

Nilai indeks bias tidak pernah kurang dari 1. Sebagai contoh indeks bias cahaya di air yaitu $n = 1,33$.

Gambar 13.13 menunjukkan seberkas cahaya yang merambat dari udara ke air. Sudut θ_1 adalah sudut datang yaitu sudut antara sinar datang dengan garis normal. Sudut θ_2 adalah sudut bias yaitu sudut antara sinar bias dengan garis normal.



Gambar 13.14 Pembiasan cahaya ($n_2 > n_1$)
Sumber: Dokumen Pribadi, 2016

Pada Gambar 13.13 terlihat bahwa berkas sinar yang datang dari medium udara ke medium air dibiaskan mendekati garis normal. Hal ini terkait dengan laju cahaya yang berkurang. Hal inilah yang menyebabkan mengapa sedotan yang disimpan pada air dalam gelas terlihat patah.

Hukum Snellius

Sudut bias bergantung pada laju atau kecepatan cahaya dan pada sudut datangnya. Hubungan ini dikenal dengan hukum Snellius yang dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (13-8)$$

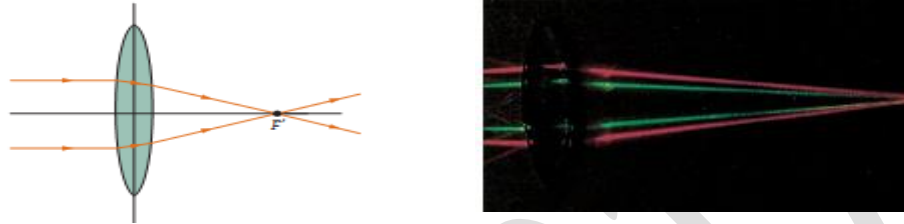
n_1 adalah indeks bias medium sinar datang dan n_2 adalah indeks bias medium sinar bias

d. Lensa Tipis

Alat optik yang paling umum digunakan selain cermin adalah lensa. Anda tentu sering melihat seseorang menggunakan kacamata baik yang memiliki gangguan mata maupun tidak. Jenis lensa yang digunakan pada kacamata beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan. Ada kacamata yang menggunakan lensa konvergen dan ada juga yang menggunakan lensa divergen. Masing-masing jenis lensa memiliki sifat-sifat pembentukan bayangannya.

1) Sifat-sifat dan pembentukan bayangan pada lensa konvergen

Sebuah lensa mempunyai sifat bahwa bila seberkas sinar yang paralel/sejajar dengan sumbu utama melalui lensa tersebut, maka berkas tersebut berkumpul ke sebuah titik fokus dan membentuk sebuah bayangan nyata di titik tersebut. Sifat ini dimiliki oleh lensa konvergen yang sifatnya mengumpulkan berkas cahaya.



Gambar 13.15 Lensa konvergen yang sifatnya mengumpulkan sinar
Sumber: Tipler & Mosca, 2008

Untuk menghasilkan api pada suatu keadaan di mana tidak ada korek api dan sebagainya, kita bisa menggunakan lensa konvergen untuk menghasilkan api. Hal ini dikarenakan sifatnya yang mengumpulkan sinar matahari yang masuk ke lensa akan difokuskan pada satu titik. Titik inilah yang disebut dengan titik fokus. Jarak titik fokus terhadap lensa disebut jarak fokus.



Gambar 13.16 Lensa Konvergen digunakan untuk menghasilkan api
Sumber: Resnick & Halliday, 2008

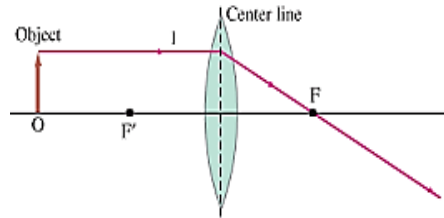
Para ahli optometri dan ophthalmologi tidak menggunakan jarak fokus untuk menentukan kekuatan lensaacamata melainkan kebalikan dari jarak fokus yang disebut daya lensa (P).

$$P = \frac{1}{f} \quad (13-9)$$

Satuan daya lensa adalah Dioptri yaitu kebalikan dari meter dengan $D = 1 \text{ m}^{-1}$. Sebagai contoh lensa yang memiliki jarak fokus 20 cm memiliki daya lensa sebesar 5,0 D.

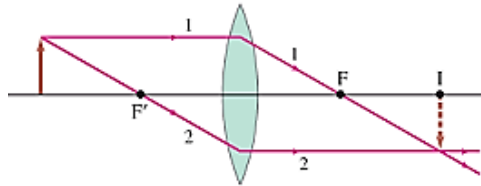
Pada lensa konvergen ada tiga aturan penggambaran bayangan yang harus diketahui yaitu sebagai berikut

- a) Berkas 1 datang dari benda sejajar sumbu utama kemudian dibiaskan melalui titik fokus di belakang lensa.



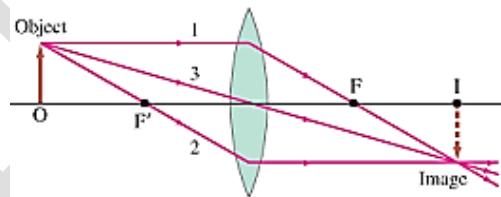
Gambar 13.17 Pembiasan berkas 1
Sumber: Giancoli, 2009

- b) Berkas 2 datang melalui titik fokus di depan lensa dibiaskan sejajar sumbu utama di belakang lensa.



Gambar 13.18 Pembiasan berkas 2
Sumber: Giancoli, 2009

- c) Berkas 3 merambat lurus melalui pusat lensa dan dibiaskan kembali.



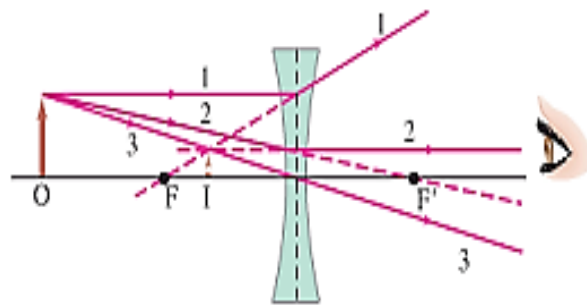
Gambar 13.19 Pembiasan berkas 3
Sumber: Giancoli, 2009

Titik pertemuan antara 3 berkas sinar adalah titik pembentukan bayangan. Pada dasarnya untuk menggambarkan pembentukan bayangan cukup menggunakan dua dari tiga berkas tersebut. Bayangan yang terbentuk dari pembiasan sinar lensa konvergen adalah nyata.

2) Sifat-sifat dan pembentukan bayangan pada lensa divergen

Lensa yang bagian tengahnya lebih tipis dari pada bagian tepinya adalah lensa divergen. Sifat dari lensa ini adalah menyebarkan sinar dan bayangan yang terbentuk adalah maya. Berikut tiga berkas pembentukan bayangan pada lensa divergen (lihat Gambar 13.19).

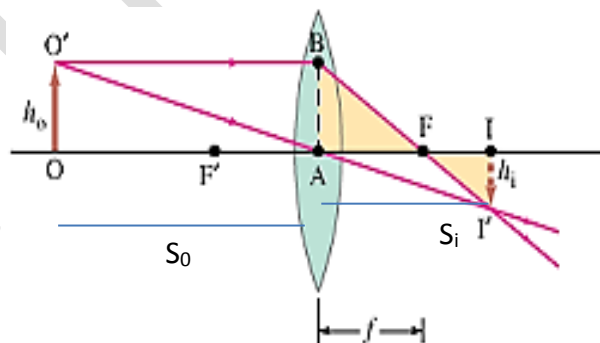
- Berkas 1 yang datang dari benda sejajar sumbu utama, dibiaskan seolah-olah datang dari titik fokus di depan lensa (garis putus-putus).
- Berkas 2 datang seolah-olah menuju titik fokus di belakang lensa dibiaskan sejajar sumbu utama.
- Berkas 3 menuju pusat lensa.



Gambar 13.20 Pembentukan bayangan pada lensa divergen
Sumber: Giancoli, 2009

3) Persamaan Lensa Tipis

Persamaan lensa tipis diperoleh dengan menghubungkan jarak bayangan dengan jarak benda dan panjang fokus lensa tipis tersebut.



Gambar 13.21 Penurunan persamaan lensa tipis
Sumber: Giancoli, 2009

Hubungan antara tinggi benda dengan jarak benda adalah berbanding lurus.

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{s_i}{s_o} \quad (13-10)$$

Karena segitiga FI'I dan FBA sama sehingga dipeoleh persamaan berikut:

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{s_i - f}{f} \quad (13-11)$$

Dengan menggabungkan kedua persamaan tersebut maka dipeoleh persamaan lensa tipis yaitu sebagai berikut:

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} \quad (13-12)$$

Untuk lensa divergen f bernilai negatif dan s_i bernilai negatif jika bayangannya maya.

Perbesaran bayangan pada lensa tipis dipeoleh dengan membandingkan tinggi bayangan terhadap tinggi benda. Untuk bayangan tegak, perbesaran bernilai positif dan untuk bayangan terbalik bernilai negatif.

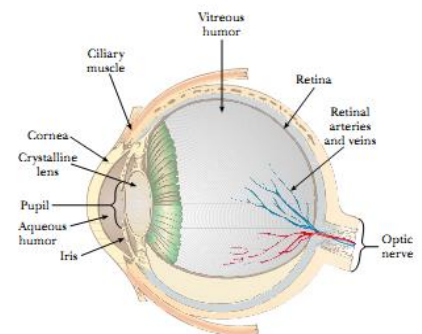
$$m = \frac{h_i}{h_o} \quad (13-13)$$

2. Alat-alat Optik

a. Mata

Salah satu alat optik yang paling alamiah adalah mata (Lihat Gambar 13.21). Di dalam mata terdapat lensa mata yang berfungsi mengatur pembiasan yang disebabkan oleh cairan di depan lensa (*aqueous humor*). Bagian dalam mata mengandung zat berbentuk gel transparan yang disebut *vitreous humor* dengan indeks

bias $n = 1,337$. Diafragma yang disebut iris menyesuaikan secara otomatis untuk mengendalikan banyaknya cahaya yang memasuki mata. Intensitas cahaya yang masuk ke mata diatur oleh pupil. Retina berfungsi sebagai film atau sensor.



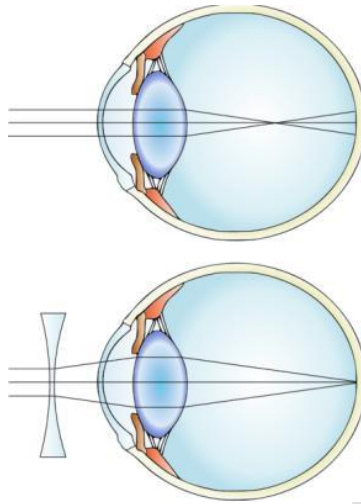
Sumber: Resnick & Halliday, 2008

Cahaya yang masuk ke mata difokuskan oleh lensa mata ke retina. Bentuk bayangan benda yang jatuh di retina seakan-akan direkam dan disampaikan ke otak melalui saraf optik. Bayangan inilah yang sampai ke otak dan memberikan kesan melihat benda kepada mata. Jadi, mata dapat melihat benda dengan jelas apabila bayangan benda (bayangan nyata) terbentuk tepat di retina.

Jarak terdekat yang dapat difokuskan mata disebut titik dekat mata (*Punctum Proximum*/PP). Jarak baca normal atau titik dekat mata adalah sekitar 25 cm meskipun untuk mata anak-anak masih bisa menfokuskan mata sedekat 10 cm. Semakin tua kemampuan akomodasi mata semakin berkurang. Sedangkan jarak terjauh dimana benda masih dapat terlihat jelas disebut titik jauh mata (*Punctum Remotum*/PR). Jarak titik jauh mata normal adalah di titik tak hingga (∞). Mata yang jangkauan penglihatan tidak terletak diantara titik dekat 25 cm dan titik jauh tak hingga disebut cacat mata atau *aberasi*. Cacat mata ini dapat diperbaiki dengan lensa baik menggunakan kacamata atau lensa kontak. Macam-macam cacat mata:

a. Rabun jauh (Myopia)

Rabun jauh yaitu mata yang hanya dapat terfokus pada benda dekat. Titik jauh tidak berada di takhingga tetapi pada jarak yang lebih dekat, sehingga benda jauh tidak terlihat jelas. Cacat mata ini disebabkan oleh bola mata yang terlalu panjang atau karena kornea yang terlalu besar. Oleh karena itu, bayangan yang jauh terfokus di depan retina. Lensa divergen (negatif) dapat menyebarkan berkas paralel yang memungkinkan berkas terfokus pada retina sehingga dapat digunakan untuk mengkoreksi rabun jauh. Ilustrasi pembentukan bayangan pada rabun jauh dan alat bantu lensa negatif ditunjukkan Gambar 13.22.



Gambar 13.23 Proses pembentukan bayangan yang terbentuk di depan retina pada orang yang menderita rabun jauh dan alat bantu lensa negatif
Sumber: <http://mediskus.com>

Jarak fokus lensa dan kuat lensa yang digunakan untuk memperbaiki mata yang mengalami rabun jauh dapat ditentukan berdasarkan persamaan lensa tipis sebagai berikut:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \text{atau} \quad f = \frac{s \cdot s'}{s + s'} \quad (13-14)$$

dimana s adalah jarak tak hingga (titik jauh mata normal) dan s' adalah titik jauh mata (PR). Karena jarak titik terjauh mata normal bernilai tak hingga, maka kekuatan lensa negatif (P) yang digunakan juga dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$P = -\frac{1}{PR} \quad (13-15)$$

Contoh soal 3

Titik jauh dari seseorang yang menderita miopi adalah 50 cm di depan mata. Untuk melihat benda dengan jelas benda yang jauhnya tak berhingga. Berapakah ukuran lensa yang diperlukan? Anggaplah lensa kacamata diletakkan 2 cm di depan mata.

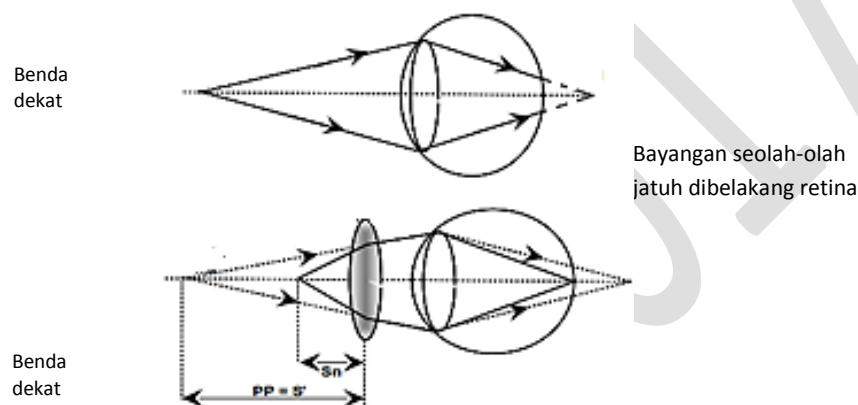
Solusi:

Lensa kacamata diletakkan 2 cm di depan mata dengan demikian s adalah ∞ dan s' adalah -48 cm.

$$P = \frac{1}{-48\text{cm}} = -2,1 \text{ Dioptri}$$

b. Rabun Dekat (Hyperopia)

Rabun dekat adalah mata yang tidak dapat terfokus pada benda dekat. Cacat mata ini disebabkan oleh bola mata yang terlalu pendek atau karena kornea yang tidak cukup melengkung. Oleh karena itu, bayangan benda pada jarak jauh terfokus dibelakang retina. Lensa konvergen (positif) dapat mengumpulkan berkas paralel yang memungkinkan berkas terfokus pada retina sehingga dapat digunakan untuk mengkoreksi rabun dekat. Ilustrasi pembentukan bayangan pada rabun jauh dan alat bantu lensa positif ditunjukkan Gambar 13.24.



Gambar 13.24 Proses pembentukan bayangan yang terbentuk di belakang retina pada orang yang menderita rabun dekat dan alat bantu lensa positif

Sumber: <http://sepenggal.wordpress.com>

Kekuatan lensa yang digunakan untuk memperbaiki mata yang mengalami rabun dekat dapat ditentukan berdasarkan persamaan kekuatan lensa sebagai berikut:

$$P = 4 - \frac{1}{PP} \quad (13-16)$$

c. Mata Tua (Presbiopi)

Mata tua adalah cacat mata akibat berkurangnya daya akomodasi mata pada usia lanjut. Titik dekat mata presbiopi lebih besar dari 25 cm dan titik jauhnya terbatas di depan mata. Penderita presbiopi harus menggunakan kacamata bifokal, yaitu kacamata berfungsi rangkap (untuk melihat dekat dan jauh).

d. Mata silindris (Astigmatisma)

Mata silindris disebabkan karena kornea mata tidak berbentuk sferik (irisan bola)/kurang bundar, melainkan lebih melengkung pada satu bidang daripada bidang lainnya. Ilustrasi pembentukan bayangan pada mata silindris dan alat bantu lensa silindris. Lensa silindris memfokuskan titik menjadi garis yang parallel dengan sumbunya.

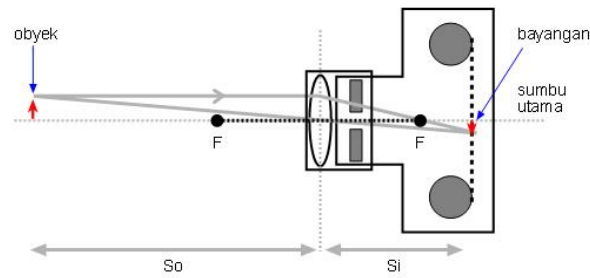
b. Kamera

Elemen dasar kamera sederhana terdiri atas lensa positif, bukaan lensa (*celah diafragma*), diafragma, shutter yang dapat dibuka untuk waktu singkat yang dapat divariasikan, dan film.



Gambar 13.25 Kamera
Sumber: Giancoli, 2009

Ketika diafragma dibuka, cahaya yang melewati benda masuk melalui *aperture* (celah diafragma) menuju lensa. Intensitas cahaya yang masuk ke dalam kamera menentukan ketajaman foto yang dihasilkan. Apabila cahaya terlalu terang, *aperture* dibuka kecil. Sebaliknya jika cahaya redup, *aperture* dibuka lebar. Kemudian lensa akan membentuk bayangan benda, agar bayangan benda jatuh tepat pada film dengan jelas maka letak lensa harus digeser-geser mendekati atau menjauhi film. Menggeser-geser lensa pada kamera, seperti mengatur jarak fokus lensa pada mata (akomodasi). Bayangan yang terbentuk pada film bersifat nyata, terbalik, diperkecil seperti yang terlihat pada Gambar 13.26.



Gambar 13.26 Pembentukan Bayangan pada Kamera
Sumber: <http://kaita91.wordpress.com>

Fokus kamera diatur dengan menggerakkan lensa atau mengubah kedudukan lensa ke benda, sesuai dengan jarak benda yang akan difoto. Pada kamera sederhana untuk mengubah jarak lensa ke benda, harus mendekati atau menjauhi benda sampai didapatkan bayangan yang jelas. Hal ini berbeda dengan lensa modern, untuk mendapatkan bayangan yang jelas cukup dengan memutar cincin pengatur lensa atau *range finder*.

Ada tiga penyetelan utama pada kamera dengan kualitas yang baik yaitu kecepatan *shutter*, bilangan-*f*, dan pemfokusan. Jumlah cahaya yang masuk ke film dapat dikendalikan dengan mengubah waktu pembukaan *shutter*. Untuk jenis film tertentu, terdapat jumlah optimum cahaya yang akan memberikan gambar dengan kontras yang bagus. Jumlah cahaya untuk kontras yang sesuai dikaitkan dengan “kecepatan” film yang dinilai dengan bilangan ASA. Semakin tinggi bilangan ASA filmnya, semakin cepat film tersebut dan semakin sedikit jumlah cahaya yang dibutuhkan. Kelajuan *shutter* pada kamera yang bagus sering dapat diubah dari pemberian cahaya beberapa detik untuk fotografi cahaya-redup hingga 1/1000 untuk fotografi gerakan-tinggi. Untuk menghindari pengkaburan karena gerak kamera, laju yang lebih cepat dibutuhkan untuk “menghentikan” gerak tersebut.

Ukuran maksimum bukaan dibatasi oleh ukuran lensa, yang selanjutnya dibatasi oleh aberasi lensa. Aberasi lensa adalah semua sinar dari sebuah objek titik yang tidak difokuskan pada sebuah titik bayangan tunggal, maka akan menghasilkan bayangan buram. Ukuran bukaan ini diberikan oleh bilangan-*f*, yang berupa pertimbangan panjang fokus (*f*) terhadap diameter bukaan (*D*):

$$\text{bilangan} - f = \frac{f}{D} \quad (13-17)$$

Pemfokusan adalah peletakan lensa pada posisi yang benar relatif terhadap film untuk mendapatkan bayangan yang paling tajam. Untuk benda yang lebih dekat, jarak bayangan lebih besar dari panjang fokus, sebagaimana terlihat pada persamaan lensa, berikut ini:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad (13-18)$$

Selain kamera konvensional, terdapat kamera yang lebih mudah penggunaannya yakni kamera digital. Kamera digital adalah alat untuk membuat gambar dari obyek untuk selanjutnya dibiaskan melalui lensa kepada sensor CCD (ada juga yang menggunakan sensor CMOS) yang hasilnya kemudian direkam dalam format digital ke dalam media simpan digital. CCD (*Charged Coupled Device*) dan CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) adalah sensor penangkap gambar yang terdiri dari jutaan piksel lebih. Sensor ini berbentuk *chip* yang terletak tepat di belakang lensa. Semakin banyak pixel yang ditangkap, semakin detail gambar yang dihasilkan.

c. Kaca pembesar (Lup)

Ukuran benda dapat diperbesar dengan menggunakan lensa positif untuk memungkinkan benda lebih dekat ke mata, dengan demikian dapat memperbesar ukuran bayangan pada retina. Lensa positif tersebut disebut dengan kaca pembesar (lup). Bayangan yang dibentuk oleh lup bersifat maya, tegak, dan diperbesar. Untuk mendapatkan bayangan semacam ini benda harus berada di depan lensa dan terletak di antara titik pusat (O) dan titik fokus (f) lensa.

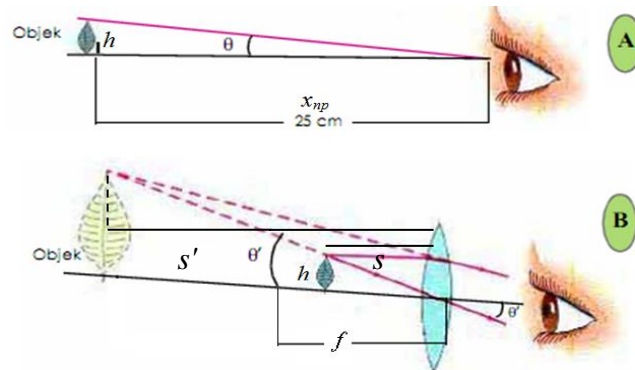
Pada Gambar 13.27 (a), suatu benda kecil yang tingginya h berada pada titik fokus lensanya. Sinar yang datang dari lensa akan sejajar, yang menghasilkan bayangan pada jarak takhingga di depan lensa. Sinar sejajar difokuskan oleh mata yang rileks pada retina. Jika lensanya kontak dengan mata, sudut yang dibentuk adalah

$$\theta = \frac{h}{x_{np}} \quad (13-19)$$

Pada Gambar 13.24 (b), lensa positif dengan panjang fokus f , yang kurang dari x_{np} , diletakkan di depan mata, dan bendanya diletakkan di titik fokus lensanya. Sinar yang keluar dari lensa akan sejajar menghasilkan bayangan di suatu tempat takterhingga di depan lensa.

Sinar sejajar difokuskan oleh mata yang rileks di retina. Jika lensa dekat dengan mata, sudut yang dibentuk adalah

$$\theta' = \frac{h}{f} \quad (13-20)$$



Gambar 13.27 Daun dilihat (a) dengan mata tanpa bantuan, dengan mata terfokus pada titik dekatnya, dan (b) melalui kaca pembesar.

Sumber: Giancoli, 2009

Perbandingan $\frac{\theta}{\theta'}$ disebut perbesaran sudut atau kekuatan perbesaran lensa M tersebut adalah:

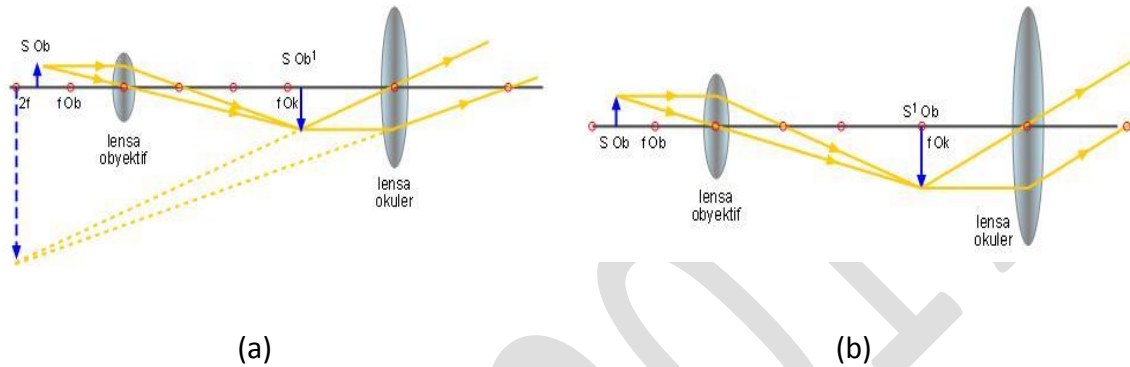
$$M = \frac{\theta}{\theta'} = \frac{x_{np}}{f} \quad (13-21)$$

d. Mikroskop

Mikroskop digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat kecil pada jarak dekat. Mikroskop terdiri atas dua buah lensa positif. Lensa yang terletak dekat dengan benda disebut lensa objektif, membentuk bayangan nyata, terbalik, dan diperbesar. Lensa yang terletak dekat mata disebut lensa okuler, digunakan sebagai kaca pembesar untuk melihat bayangan yang dibentuk oleh objektifnya, sehingga memungkinkan benda dapat dibawa lebih dekat ke mata hingga lebih dekat dari titik dekat mata.

Pada mikroskop benda yang diamati diletakkan di depan lensa objektif di antara titik fokus okuler (f_{ob}) dan $2f_{ob}$. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif akan menjadi benda bagi lensa okuler. Bila diamati dengan mata berakomodasi (benda terletak dekat dengan titik dekat mata), maka benda (bayangan dari lensa objektif) terletak di antara titik pusat lensa

okuler (O_{ok}) dan titik fokus okuler (f_{ok}). Sedangkan jika diamati dengan mata tanpa berakomodasi (benda terletak jauh dari titik dekat mata), maka benda (bayangan dari lensa objektif) terletak di titik fokus lensa okuler (f_{ok}). Bayangan akhir yang dihasilkan kedua lensa tersebut adalah maya, terbalik, diperbesar. Ilustrasi pembentukan bayangan pada mikroskop ditunjukkan pada Gambar 13.28.



Gambar 13.28 Diagram pembentukan bayangan pada mikroskop:
(a) Ketika benda di dekatkan dengan titik dekat mata, (b) ketika benda dijauhkan dengan titik dekat mata

Sumber: <http://banksoalfisika.blogspot.com>

Perbesaran yang dihasilkan mikroskop adalah gabungan dari perbesaran lensa objektif dan perbesaran lensa okuler. Perbesaran lensa objektif mikroskop adalah

$$M_{ob} = \frac{-s'_{ob}}{s_{ob}} \quad (13-22)$$

dimana M_{ob} adalah perbesaran lensa objektif, s'_{ob} adalah jarak bayangan lensa objektif dan s_{ob} adalah jarak objek di depan lensa objektif.

Adapun perbesaran lensa okuler mikroskop sama dengan perbesaran lup, untuk mata berakomodasi maksimum ketika lensa berada dekat titik dekat mata:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \quad (13-23)$$

Sedangkan perbesaran lensa okuler mikroskop untuk mata tidak berakomodasi ketika lensa berada jauh dengan titik dekat mata:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} \quad (13-24)$$

dimana M_{ok} adalah perbesaran lensa okuler, s_n adalah jarak titik dekat mata (untuk mata normal $S_n = 25$ cm), dan f_{ok} adalah jarak fokus lensa okuler.

Perbesaran total mikroskop adalah hasil kali perbesaran lensa objektif dan perbesaran lensa okuler. Jadi,

$$M = M_{ob} \times M_{ok} \quad (13-25)$$

Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler disebut panjang tabung (d). Panjang tabung sama dengan penjumlahan jarak bayangan yang dibentuk lensa objektif (s'_{ob}) dengan jarak benda (bayangan pertama) ke lensa okuler (s_{ok}).

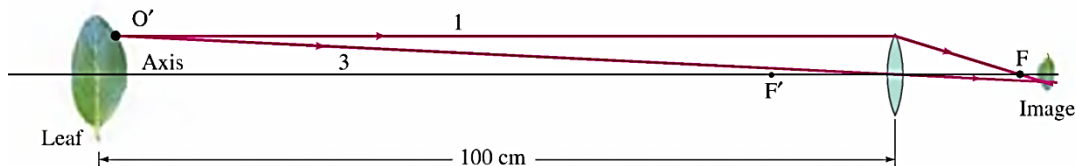
$$d = s'_{ob} + s_{ok} \quad (13-26)$$

Contoh Soal 3

Tentukan posisi dan ukuran bayangan daun setinggi 7,6 cm yang diletakkan 1,0 m dari lensa kamera dengan fokus +50,0 mm!

Solusi:

Pembentukan bayangan pada daun seperti pada gambar berikut



Gambar 27. Pembentukan bayangan daun pada Lensa cembung
Sumber: Giancoli, 2009

Posisi bayangan dapat dicari dengan

$$\frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s_o} = \frac{1}{5,0 \text{ cm}} - \frac{1}{100 \text{ cm}} = \frac{19,0}{100}$$

$$s_i = 5,26 \text{ cm}$$

$$\text{Perbesarannya adalah } m = -\frac{s_i}{s_o} = -0,0526$$

$$\text{Dan tinggi benda adalah } h_i = m h_o = (-0,0526)(7,6 \text{ cm}) = -0,40 \text{ cm.}$$

Tanda minus berarti bayangan terbalik.

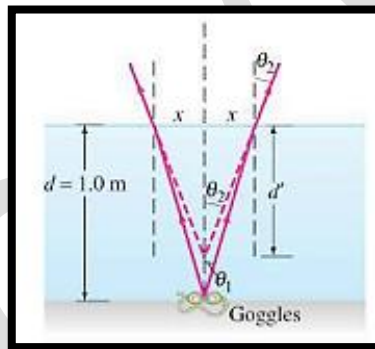
Contoh Soal 4

Kedalaman Semu pada Kolam

Seorang perenang menjatuhkan kaca mata renangnya di dasar kolam yang dangkal dengan kedalaman 1,0 m. Akan tetapi kacamata tersebut tidak nampak sedalam yang sebenarnya. Berapa kedalaman kacamata ketika Anda melihat langsung ke dalam air?

Solusi:

Untuk menjawab dan menyelesaikan kasus tersebut kita harus menggambarkan diagram pembentukan bayangan kacamata renang. Sinar datang berasal dari kacamata yang artinya bahwa pembiasan berasal dari medium yang lebih rapat (air) ke medium yang lebih renggang (udara). Untuk kasus ini berarti sinar bias menjauhi garis normal.



Gambar 13.28 Diagram benda pada kedalaman tertentu.

Sumber. Giancoli, 2009

Untuk menentukan kedalaman semu kolam, terlebih dahulu kita gunakan persamaan dari hukum Snellius yaitu sebagai berikut:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Oleh karena indeks bias udara (n_2) adalah 1 maka persamaan menjadi

$$\sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$$

Oleh karena sudut θ kecil sehingga $\sin \theta \approx \tan \theta$ sehingga persamaan menjadi

$$\frac{x}{d'} = n_1 \frac{x}{d}$$

$$d' = \frac{d}{n_1} = \frac{1}{1,33} = 0,75 \text{ m}$$

Jadi kedalaman semu kolam adalah tiga perempat dari kedalaman sebenarnya.

PLPG 2017

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XIV

SISTEM TATA SURYA



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 14

SISTEM TATA SURYA



Sumber: www.duniapendidikan.net

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan struktur bumi untuk menjelaskan fenomena gempa bumi dan gunung api, serta tindakan yang diperlukan untuk menanggulangnya.
2. Mendeskripsikan gerakan bumi dan bulan terhadap matahari serta menjelaskan perubahan siang dan malam, peristiwa gerhana matahari dan gerhana bulan, perubahan musim serta dampaknya bagi kehidupan di bumi.
3. Mendeskripsikan karakteristik matahari, bumi, bulan, planet, benda angkasa lainnya dalam ukuran, struktur, gaya gravitasi, orbit, dan gerakannya, serta pengaruh radiasi matahari terhadap kehidupan di bumi.

A. Struktur Bumi dan Bencana



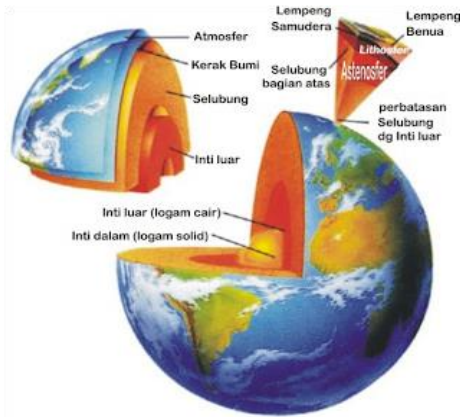
Gambar 14.1 Bumi
Sumber: fisikazone.com

Bumi merupakan salah satu planet yang terdapat dalam tata surya kita. Bumi menempati urutan ketiga dalam Tata Surya, setelah planet Merkurius dan Venus, dan planet Bumi merupakan satu-satunya planet pada Tata Surya ini yang dihuni makhluk hidup terutama manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Atmosfer Bumi terdiri dari beberapa unsur zat,

yang secara tersusun unsur zat yang ada pada lapisan bumi, sebagai berikut: Zat lemas 78%, Oksigen 21%, Argon 0,9%, dan unsur lainya seperti karbon dioksida, dan ozon yang jumlahnya sangat sedikit Bumi terbungkus oleh lapisan atmosfer, dan permukaan Bumi tertutup oleh 71% lapisan air dan 29% terdiri dari daratan.

1. Struktur Bumi

Bumi memiliki struktur dan komposisi penyusunnya. Gambar 14.2 menunjukkan jika bola



Gambar 14.2 Struktur bumi dan lapisan-lapisan bumi

Sumber: fiflowers.wordpress.com

bumi dipotong dari permukaan hingga ke bagian inti, maka akan terdapat lapisan-lapisan penyusun yang dapat dibedakan secara fisik dan kimiawi.

Lapisan bumi terluar disebut Kerak Bumi (*Crust*), lapisan ini padat dan keras. Kerak bumi merupakan bagian terluar lapisan bumi dan memiliki ketebalan 5-80 km. Kerak dengan mantel dibatasi oleh Mohorovicic Discontinuity. Kerak bumi dominan tersusun oleh feldspar dan mineral silikat lainnya.

Lapisan di bawahnya adalah Mantel Bumi (*Mantle*). Inti bumi dibungkus oleh mantel yang berkomposisi kaya magnesium. Inti dan mantel dibatasi oleh Gutenberg Discontinuity. Mantel bumi terbagi menjadi dua yaitu mantel atas yang bersifat plastis sampai semiplastis memiliki kedalaman sampai 400 km. Mantel bawah bersifat padat dan memiliki kedalaman sampai 2900 km. Mantel atas bagian atas yang mengalasi kerak bersifat padat dan bersama dengan kerak membentuk satu kesatuan yang dinamakan litosfer. Mantel atas bagian bawah yang bersifat plastis atau semiplastis disebut sebagai asthenosfer. Lapisan di bawah mantel disebut Inti Bumi (*Core*). Inti bumi terbagi menjadi dua, yaitu: inti bumi bagian luar (*outer core*) dan inti bumi bagian dalam (*inner core*).

Berdasarkan sifat-sifat gelombang seismik, mantel terbagi menjadi beberapa bagian. Lapisan teratas mantel bersama-sama kerak bumi membentuk litosfer yang bersifat kaku (keras). Di bawah litosfer adalah astenosfer yang bersifat kurang kaku (lemah) dibandingkan

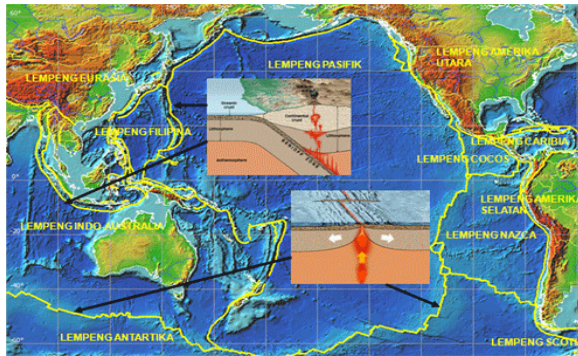
litosfer. Walaupun bukan berwujud cair, astenosfer bersifat plastis sehingga memungkinkan litosfer yang berada di atasnya dapat bergerak. Di bawah astenosfer adalah mesosfer.

Selain litosfer, lapisan atmosfer juga terdapat di Bumi. Lapisan atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelimuti Bumi. Lapisan atmosfer terdiri dari troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer. Troposfer adalah lapisan terbawah dengan ketinggian 0 - 18 km yang ditandai oleh penurunan temperatur dan fenomena cuaca. Stratosfer berada pada ketinggian 18 – 49 km dan ditandai oleh kenaikan temperatur terhadap ketinggian karena adanya lapisan ozon. Mesosfer adalah lapisan tengah atmosfer yang terletak di ketinggian 49 – 82 km yang ditandai oleh penurunan temperatur terhadap ketinggian. Lapisan ini menjadi lapisan pelindung Bumi dari jatuhnya meteor dan benda-benda angkasa lainnya. Termosfer adalah lapisan panas yang ditandai oleh kenaikan temperatur sampai ribuan derajat Celsius yang terletak 82 – 800 km. Lapisan termosfer juga disebut ionosfer karena pada lapisan ini merupakan tempat terjadinya ionisasi partikel-partikel yang dapat memberikan efek pada perambatan gelombang radio, baik gelombang panjang maupun pendek. Lapisan eksosfer adalah lapisan paling luar atmosfer Bumi dengan ketinggian 800 – 1000 km.

Lapisan hidrosfer adalah seluruh lapisan air yang ada pada planet Bumi yang mencakup 2/3 permukaan bumi tetapi massanya hanya sebagian kecil dari massa total bumi. Samudera mencakup bagian permukaan lebih besar dibandingkan dengan luas daratan.

2. Lempeng Tektonik

Litosfer bersifat keras berada di atas astenosfer yang relatif lebih lunak. Menurut teori tektonik lempeng, litosfer yang menyelubungi bumi terpecah ke dalam beberapa bagian. Pecahan-pecahan litosfer tersebut disebut lempeng. Litosfer tersusun dari beberapa lempeng besar dan beberapa lempeng kecil. Lempeng-lempeng tersebut mengapung di atas lapisan astenosfer dan masing-masing bergerak dengan kecepatan (laju dan arah) yang berbeda dengan laju antara beberapa mm/tahun sampai belasan cm/tahun. Litosfer terpecah menjadi beberapa lempeng besar dan beberapa lempeng kecil.



Gambar 14.3 Lempeng tektonik yang ada di dunia

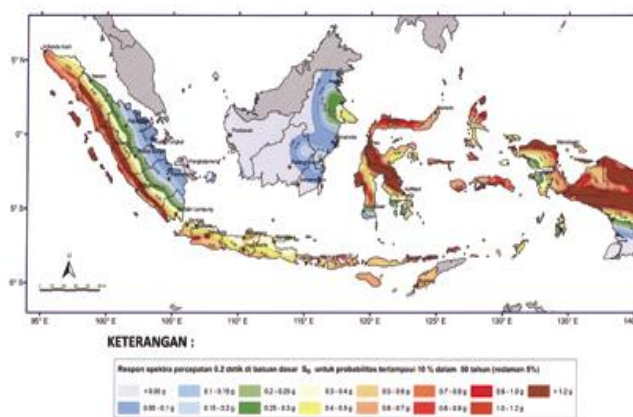
Sumber: balai3.denpasar.bmkg.go.id

Lempeng-lempeng tektonik yang berdekatan saling berinteraksi dengan tiga kemungkinan pola gerakan yaitu apabila kedua lempeng saling menjauhi (*spreading*), saling mendekati (*collision*), dan saling geser (*transform*). Kadang-kadang, gerakan lempeng ini macet dan saling mengunci, sehingga terjadi pengumpulan energi yang berlangsung terus-menerus sampai pada

suatu saat batuan pada lempeng tektonik tersebut tidak kuat menahan gerakan tersebut dan akhirnya terjadi pelepasan mendadak yang kita kenal sebagai gempa bumi.

Pada proses terjadinya gempa bumi dikenal adanya cincin api. Cincin api adalah zona gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik. Hal ini berbentuk seperti tapal kuda dan panjangnya mencapai 40.000 km. Hal ini terkait dengan serangkaian palung samudera, busur pulau, dan pegunungan vulkanik dan/atau pergerakan lempeng, terkadang disebut sabuk sirkum Pasifik atau sabuk gempa sirkum Pasifik.

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Bumi kita walaupun padat, selalu bergerak, dan gempa bumi terjadi apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan.



Gambar 14.4 Peta zona gempa bumi di Indonesia

Sumber: permalink.gmane.org

Adapun energi gempa yang dihasilkan biasa dikenal dengan magnitudo. Magnitudo gempa adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya energi seismik yang dipancarkan

oleh sumber gempa. Besaran ini akan berharga sama, meskipun dihitung dari tempat yang berbeda. Magnitudo gempa ini adalah Skala Richter (*Richter Scale*).

Proses terjadinya gempa bumi juga dikarenakan adanya gunung berapi. Gunung berapi terbentuk akibat pertemuan dua lempeng Bumi. Bagian lempeng yang tenggelam memasuki lapisan atmosfer akan mencair karena suhu bawah lempeng Bumi yang sangat tinggi. Bagian cair tersebut akan menambah magma dalam perut Bumi.



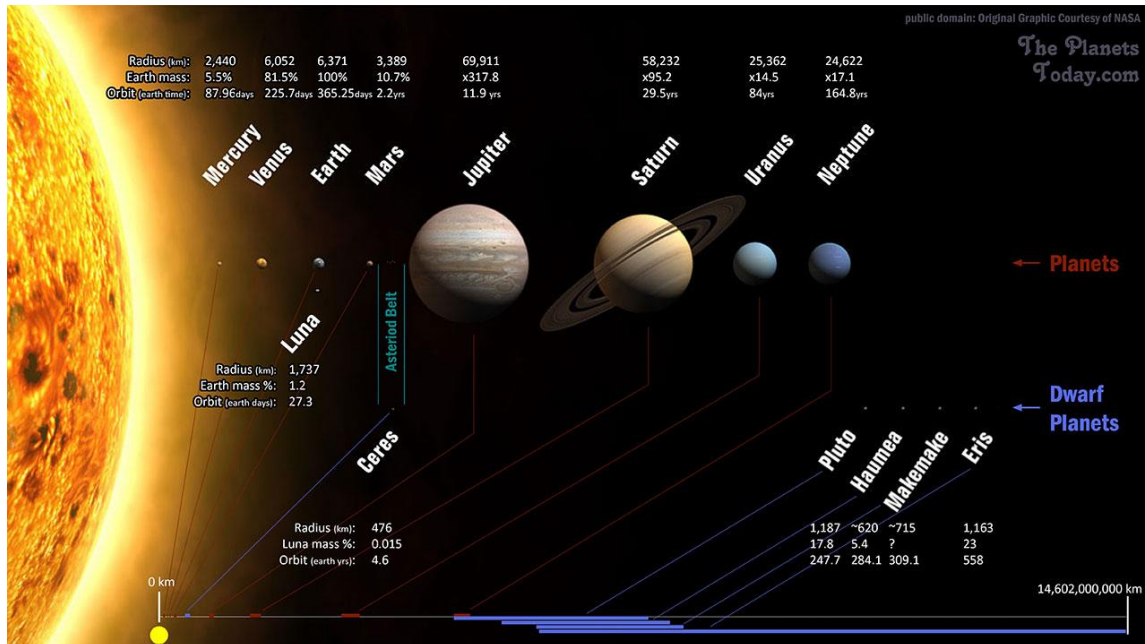
Gambar 14.5 Contoh gunung berapi aktif
Sumber: willow-konstantina.blogspot.com

B. Sistem Tata Surya

Sistem tata surya merupakan kumpulan benda langit yang terdiri atas sebuah bintang yang disebut matahari dan semua objek yang mengelilinginya. Tata surya terletak di dalam galaksi Bima Sakti. Galaksi merupakan kumpulan dari bintang, di mana bintang adalah benda langit yang memancarkan cahaya sendiri. Matahari adalah bintang yang paling dekat dengan bumi pada Galaksi Bima Sakti. Pada 1543, Copernicus mengemukakan model tata surya yang disebut dengan model *heliosentris* yang menjelaskan bahwa matahari berada pada pusat alam semesta dan planet-planet, termasuk bumi, berputar mengelilingi matahari dalam orbitnya masing-masing. Model ini mengganti model *geosentris* yang lebih dulu dikemukakan, yang menjelaskan bahwa Bumi merupakan pusat dari tata surya.

1. Komponen Tata Surya

Tata surya terdiri dari matahari, planet-planet, dan berbagai benda-benda langit seperti satelit, komet, dan asteroid. Tata surya terletak di galaksi Bimasakti atau yang biasa juga disebut juga *Milky Way*. Bumi tempat kamu berpijak adalah salah satu dari delapan planet yang ada di dalam tata surya.

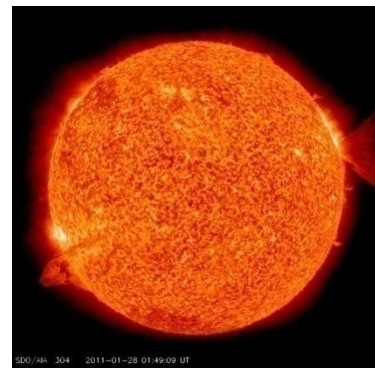


Gambar 14.6 Sistem Tata Surya

Sumber: http://theplanetstoday.com/solar_system_map.html

a. Matahari

Matahari merupakan pusat dari tata surya. Matahari memiliki gravitasi yang besar hingga menyebabkan anggota tata surya beredar mengelilingi matahari. Matahari adalah bulatan gas dengan diameter $1,4 \times 10^6$ km dengan temperatur permukaan sekitar 6.000 K. Semakin mendekati inti matahari maka temperatur matahari akan semakin meningkat. Matahari memiliki ukuran sebesar 332.830 massa bumi. Dengan memiliki ukuran massa yang besar ini, menimbulkan kepadatan inti yang besar agar bisa mendukung kesinambungan fusi nuklir dan menimbulkan sejumlah energi yang dahsyat. Lapisan-lapisan Matahari terdiri dari bagian inti yang merupakan lapisan paling dalam matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona yang menjadi lapisan terluar Matahari.



Gambar 14.7 Matahari

Sumber:

<http://www.space.com/12288-solar-system-photo-tour-sun-planets-moons.html/>

b. Planet

Planet adalah benda angkasa yang tidak memancarkan cahaya sendiri dan beredar mengelilingi matahari.

1.) Merkurius



Gambar 14.8 Planet Merkurius

Sumber:

<http://www.space.com/12288-solar-system-photo-tour-sun-planets-moons.html/>

Merkurius merupakan planet yang paling dekat dengan matahari dengan jarak merkurius –

matahari sekitar 58,5 juta kilometer. Planet Merkurius tidak mempunyai satelit dengan suhu permukaan pada siang hari adalah 450°C dan pada malam hari mencapai -180°C . Planet Merkurius merupakan planet terkecil dalam tata surya dengan diameter 4.878 km. Periode revolusi Merkurius 88 hari dan periode rotasinya 59 hari.

2.) Venus



Gambar 14.9 Planet Venus

Sumber:

<http://nineplanets.org/venus.html>

Planet Venus adalah benda langit yang

terang setelah matahari dan bulan. Permukaan planet Venus terdiri awan tebal karbondioksida sehingga memiliki efek rumah kaca yang menjadikan Venus sebagai planet paling panas pada sistem tata surya dengan suhu konstan 460°C . Periode revolusinya 225 hari dan periode rotasinya 241 hari. Diameter planet Venus yaitu 12.104 km. Jarak antara Venus – Matahari 108 juta kilometer.

3.) Bumi



Gambar 14.10 Planet Bumi

Sumber:

<http://nineplanets.org/earth.html>

Jarak Bumi ke Matahari sekitar 150 juta kilometer

dengan periode revolusi 365,3 hari dan periode rotasi 23 jam 56 menit. Bumi memiliki satu satelit yaitu Bulan. Diameter

Bumi sebesar 12.760 km. Pada bumi ini ada atmosfer yang terdiri dari Nitrogen (N) dan Oksigen (O) sehingga tepat untuk melindungi Bumi dari bahaya radiasi Matahari. Hal ini menjadikan planet Bumi merupakan satu-satunya planet dalam anggota tata surya yang dapat mendukung adanya kehidupan. Dua pertiga planet Bumi mencakup lautan.

4.) Mars



Gambar 14.11 Planet Mars

Sumber:

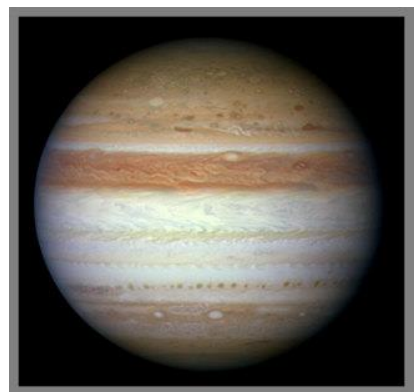
<http://nineplanets.org/mars.html>

Jarak rata-rata planet Mars ke Matahari adalah 228 juta kilometer. Periode revolusi Mars 687 hari dan periode rotasi 24 jam 37 menit. Diameter planet Mars 6.787 km dengan dua satelit yaitu Phobos dan Deimos.

Atmosfer terdiri atas 95% karbondioksida (CO₂), dan selebihnya nitrogen (N₂) dan argon (Ar). Mars banyak mengandung besi oksida(FeO) membuat Mars tampak sebagai planet merah. Mars memiliki atmosfer yang tipis sehingga tidak bisa menyimpan banyak panas. Oleh karena itu suhu di Mars berkisar dari sekitar -87 °C di musim dingin sampai maksimal -5 °C di musim panas.

5.) Jupiter

Jupiter berjarak 780 juta kilometer dari Matahari dengan periode revolusi 11,86 tahun dan periode rotasi 9,8 jam. Planet Jupiter merupakan planet terbesar dalam sistem tata surya dengan diameter 139.822 km dan massa $1,9 \times 10^{27} \text{ kg}$. Jupiter memiliki 4 satelit besar dan 63 satelit kecil. Empat satelit terbesar Jupiter adalah Io, Europa, Ganymede, dan Callisto. Atmosfer Jupiter banyak mengandung 75% hidrogen (H₂) dan 24% helium (He). Jupiter memiliki gas yang berwarna merah yang akan berputar mengelilingi tengah-tengah



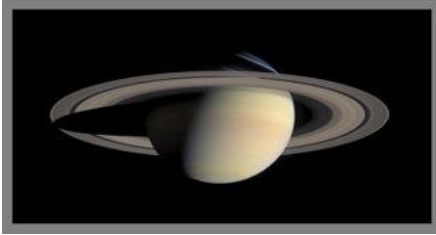
Gambar 14.12 Planet Jupiter

Sumber:

<http://nineplanets.org/jupiter.html>

planet Jupiter yang akan membentuk ikat pinggang merah raksasa yang kemudian menghasilkan badai besar dipermukaan Jupiter.

6.) Saturnus



Gambar 14.13 Planet Saturnus

Sumber:

<http://nineplanets.org/saturn.html>

Jarak rata-rata Saturnus dengan Matahari adalah 1.425 juta kilometer dengan periode rotasi 10 jam 2 menit dan periode revolusi 29,5 tahun. Planet Saturnus merupakan planet kedua terbesar setelah Jupiter dengan diameter 120.500 km dengan massa $2,68 \times 10^{26} \text{ kg}$. Planet Saturnus dihiasi oleh gelang dan cincin yang tersusun atas es dan bantuan yang

sangat besar. Planet saturnus berisi banyak gas helium dan hidrogen sehingga menyebabkan kepadatan planet sehingga planet ini bisa mengapung di atas air. Saturnus memiliki 9 satelit yaitu Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Lapetus, dan Phoebe.

7.) Uranus



Gambar 14.14 Planet

Uranus

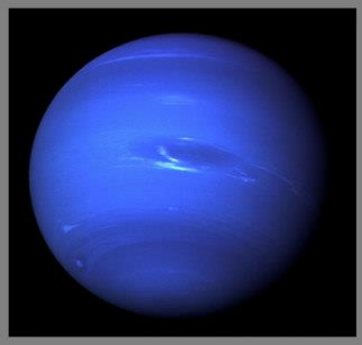
Sumber:

<http://nineplanets.org/uranus.html>

Uranus berjarak 2880 juta kilometer dari Matahari dengan periode rotasi 10 jam 8 menit dan periode revolusi 84 tahun. Uranus merupakan planet gas yang berwarna biru kehijauan dengan awan tebal yang menutupinya. Planet ini memiliki atmosfer yang mengandung hidrogen (H), helium (He), dan metana (CH₄). Diameter planet Uranus 51.120 km dengan massa $8,68 \times 10^{25} \text{ kg}$. Uranus merupakan planet terdingin di sistem tata surya dengan suhu atmosfer -224°C dengan komposisi atmosfer yaitu helium, hydrogen dan metana. Uranus memiliki lima satelit

yaitu Miranda, Arie, Umbriel, Titania, dan Oberon.

8.) Neptunus



Gambar 14.15 Planet Neptunus

Sumber:

<http://nineplanets.org/neptune.html>

Neptunus merupakan planet terjauh dari Matahari. Jarak Neptunus – Matahari adalah 4.510 juta kilometer dengan periode revolusi 164,8 tahun dan periode rotasi 19 jam.

Massa neptunus $1,02 \times 10^{26} \text{ kg}$ dengan diameter 50.000 km. Neptunus adalah planet yang memiliki angin yang badai sehingga disebut dengan planet yang paling berangin dalam tata surya. Planet neptunus ini memiliki kesamaan dengan uranus memiliki atmosfer yang terdiri dari helium dan hidrogen serta memiliki gas metana yang sama dengan planet neptunus. Neptunus memiliki dua satelit yaitu Triton dan Nereid.

c. Benda-Benda Langit

1.) Planet Kerdil (*Dwarf Planets*)



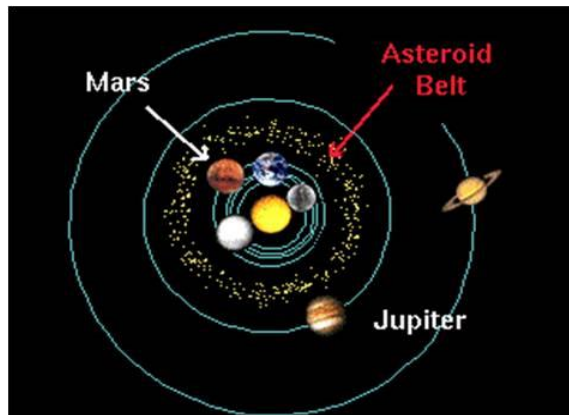
Gambar 14.16 Pluto

Sumber:

<http://nineplanets.org/pluto.html>

Pada sistem tata surya, memiliki planet-planet kecil yang dipandang berbeda dengan planet-planet lain karena orbitnya tidak jelas. Berikut ini adalah planet-planet kecil yang dimiliki tata surya antara lain Pluto, Ceres dan Eris. Sejak ditemukan pada tahun 1930 hingga 2006, pluto dianggap sebagai sebagian dari planet yang ada didalam tata surya. Namun pada 13 Desember 2006 Pluto dimasukkan ke dalam kategori Planet Kerdil karena tidak memenuhi salah satu syarat sebagai planet yaitu tidak memiliki jalur orbit yang jelas dan "bersih" (tidak ada benda langit lain di orbit tersebut).

2.) Asteroid



Gambar 14.17 Sabuk Asteroid dalam Sistem Tata Surya
Sumber: <http://csep10.phys.utk.edu>

Empat planet yang terdekat dengan Matahari yaitu Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars disebut dengan planet dalam sedangkan sisanya yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus disebut planet luar. Antara planet dalam dan planet luar terdapat sabuk asteroid yaitu ribuan planet kecil dan pecahan-pecahan yang masih diperdebatkan asalnya. Asteroid juga disebut planetoid. Orbitalnya yang tidak jelas sering

membuat asteroid jatuh kebumi atau ke planet lainnya.

3.) Komet



Gambar 14.18 Komet
Sumber: <http://nineplanets.org/comets.html>

Komet sangat berbeda dengan asteroid, komet adalah benda angkasa yang kecil dan padat yang hampir seluruh isinya terbentuk dari gas dan debu yang membeku. Komet biasa juga disebut bintang berekor. Garis edar komet tidak seperti orbit planet atau satelit. Ada yang memiliki orbit berbentuk elips tetapi kebanyakan mempunyai orbit berbentuk parabola. Komet terdiri atas kepala dan ekor. Ekor komet sebenarnya merupakan bagian dari kepala komet yang terlempar keluar dari tempatnya karena gaya dorong matahari. Semakin mendekati matahari, ekor komet akan semakin memanjang. Komet yang jaraknya dekat dengan bumi akan secara periodik tampak saat melintas. Misalnya komet halley yang terlihat setiap 76 tahun sekali.

4.) Bulan dan Satelit

Satelit adalah suatu benda yang ada di ruang angkasa yang mengitari benda lain dan akan tetap pada gaya tarik benda lain yang ukurannya lebih besar. Planet yang memiliki satelit adalah Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus dan Neptunus. Bulan



Gambar 14.19 Bulan

Sumber:

<http://nineplanets.org/moon.html>

merupakan satelit alami Bumi yang banyak mempengaruhi gejala alam di Bumi misalnya pasang surut air laut. Jarak Bulan – Bumi adalah 384×10^3 km dengan diameter Bulan 0,27 kali diameter Bumi. Massa Bulan adalah $7,35 \times 10^{22}$ kg dengan gravitasi sama dengan 0,17 kali gravitasi Bumi. Karena Bulan tidak memiliki atmosfer sehingga meteor mudah jatuh dan menghancurkan permukaan Bulan. Oleh karena itu, permukaan Bulan terdiri dari dataran tinggi yang penuh dengan kepundan.

5.) Meteor



Gambar 14.20 Meteor

Sumber: <http://mirror.co.uk>

Meteor adalah serpihan-serpihan benda padat yang beterbangan tidak beraturan yang berasal dari serpihan asteroid, ekor komet atau pecahan dari benda-benda langit lainnya yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bumi sehingga membuat serpihan-serpihan benda langit tersebut melesat serta terbakar hingga sampai ke arah bumi. Meteor juga disebut sebagai fenomena emisi cahaya dalam atmosfer Bumi. Kecepatan meteor memasuki atmosfer Bumi antara 11 sampai dengan 72 km/detik kemudian terbakar pada ketinggian sekitar 100 km. Meteor juga disebut bintang jatuh. Benda langit yang beterbangan secara tidak teratur dengan orbit tidak tetap dan tidak bercahaya disebut meteoroid. Meteoroid yang jatuh karena gaya tarik bumi akan berpijar akibat gaya

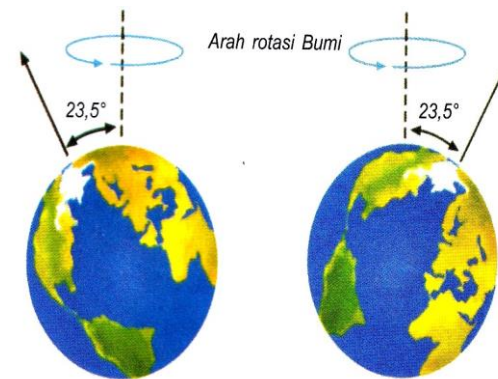
gesekan atmosfer bumi. Jika mencapai permukaan bumi tanpa terbakar habis disebut meteorit.

2. Rotasi dan Revolusi Bumi

Kita senantiasa mengalami pergantian siang dan malam, mengamati lukisan bintang-bintang di langit yang senantiasa berganti-ganti, mengalami pergantian musim, Bulan berubah-ubah bentuknya, bahkan mungkin gerhana, dan lain-lain. Namun seringkali kita tidak pernah menyadari bahwa semua itu merupakan akibat dari sebuah fenomena gerak Bumi kita.

a. Rotasi Bumi

Gerak rotasi Bumi adalah gerak Bumi mengitari porosnya sendiri. Gerak ini dengan arah negatif atau timur, yaitu dari barat ke timur. Jika kita lihat dari pesawat antariksa tepat di atas kutub utara, maka bumi berotasi berlawanan arah jarum jam (arah negatif). Gerak rotasi Bumi ini dapat dibuktikan dengan percobaan bandul Foucault. Ada enam peristiwa yang diakibatkan oleh gerak rotasi Bumi ini:



Gambar 14.21 Arah rotasi bumi
Sumber: www.frewaremini.com

1.) Peredaran semu harian benda langit

Setiap hari kita mengamati peredaran Matahari dan benda-benda langit melintas dari timur ke barat. Pergerakan Matahari dan benda-benda langit dari timur ke barat disebut sebagai peredaran semu harian benda langit. Ini karena pergerakan yang kita amati bukan semata-mata disebabkan oleh pergerakan Matahari dan benda-benda langit tersebut, melainkan disebabkan oleh rotasi Bumi dari arah barat ke timur.

2.) Pergantian siang dan malam

Belahan Bumi yang terkena sinar matahari mengalami siang, sebaliknya yang tidak terkena sinar matahari mengalami malam. Karena Bumi berotasi terus menerus dari barat ke timur, maka setengah bagian Bumi yang terkena sinar Matahari selalu bergiliran. Dengan kata lain, pada suatu tempat dalam sehari selalu terjadi pergantian siang dan malam.



Gambar 14.22 Proses siang dan malam

Sumber: www.frewaremini.com

3.) Perbedaan waktu

Garis bujur adalah garis khayal yang sejajar dengan garis tengah kutub. Perbedaan waktu bergantung pada derajat garis bujurnya. Tempat-tempat yang berbeda bujur 1° akan berbeda 4 menit ($360^\circ = 1440$ menit) atau berbeda 1 jam dalam 15° garis bujur ($360^\circ = 24$ jam). Pembagian waktu berdasarkan garis bujur ditetapkan pada acuan garis bujur 0° yang berada di kota Greenwich. Setiap garis bujur yang jauhnya 15° , di sebelah barat akan lebih lambat 1 jam sedangkan di sebelah timur akan lebih cepat 1 jam. Waktu pada bujur standar dinamakan waktu standar atau waktu lokal. Waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke barat lebih kecil daripada waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke timur. Batas penanggalan internasional ialah tempat-tempat yang terletak pada bujur 180° , di mana tempat di timur dan di barat bujur ini akan berbeda waktu satu hari.

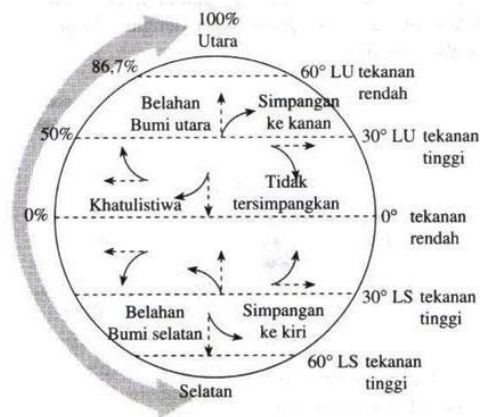
4.) Perbedaan percepatan gravitasi di permukaan Bumi

Akibat rotasi Bumi, garis tengah khatulistiwa lebih besar daripada garis tengah kutub. Ini menyebabkan percepatan gravitasi di permukaan Bumi berbeda-beda. Karena percepatan gravitasi atau g berbanding terbalik dengan radius R^2 , maka percepatan gravitasi di ekuator (khatulistiwa) akan lebih kecil daripada percepatan gravitasi di kutub. Jadi, jika kita bergerak dari khatulistiwa menuju kutub, maka percepatan gravitasi akan semakin besar.

5.) Pembelokan arah angin

Arah angin tidak persis searah dengan arah gradien tekanan, yaitu dari daerah isobar tekanan tinggi ke isobar tekanan rendah. Ini disebabkan oleh adanya efek gaya Coriolis pada

angin. Gaya Coriolis bukanlah gaya sebenarnya melainkan gaya semu yang timbul akibat efek dua gerakan, yaitu: 1) gerakan rotasi Bumi dan; 2) gerakan benda relatif terhadap permukaan Bumi.



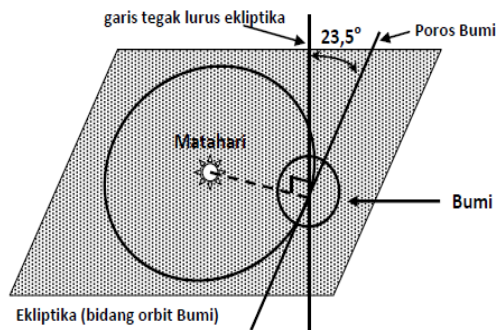
Gambar 14.23 Gaya coriolis
Sumber: blog.ub.ac.id

6.) Pembelokan arus laut

Karena arus-arus permukaan laut disebabkan oleh angin, maka seperti halnya angin, arus lau juga disimpangkan oleh rotasi Bumi. Arus laut dipaksa membelok searah jarum jam (ke kanan) di laut-laut belahan Bumi utara dan berlawanan arah jarum jam (ke kiri) di laut-laut belahan Bumi selatan.

b. Revolusi Bumi

Revolusi Bumi adalah gerak Bumi pada orbitnya mengelilingi Matahari. Bidang orbit Bumi mengelilingi Matahari disebut ekliptika. Selama mengitari Matahari, poros Bumi selalu miring $23,5^\circ$ terhadap garis yang tegak lurus ekliptika. Orbit planet-planet lain tidak sebidang dengan ekliptika. Sudut antara bidang orbit planet lain dengan ekliptika disebut inklinasi. Dilihat dari matahari sebagai kerangka acuan, bumi melakukan suatu revolusi dlam 365,256 hari, dalam sebuah orbit elips yang mendekati lingkaran.



Gambar 14.24 Poros bumi selalu miring $23,5^\circ$ terhadap garis yang tegak lurus ekliptika

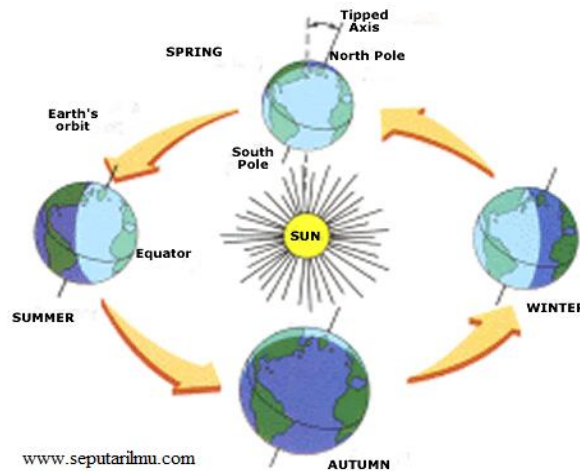
Sumber: <http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR.>

Bumi berevolusi dalam arah negatif (berlawanan arah jarum jam), artinya jika kita berada dalam pesawat antariksa tepat di atas kutub utara maka kita akan melihat Bumi mengitari Matahari dalam arah yang berlawanan arah jarum jam. Gerak revolusi Bumi ini pun mengakibatkan beberapa peristiwa yang dapat dirasakan oleh para penghuni planet ini, diantaranya adalah:

1.) Perubahan lamanya siang dan malam

Pada tanggal 21 Maret dan 23 September setiap tahunnya, semua tempat di Bumi (kecuali kutub) mengalami siang dan malam hari sama panjang, yaitu 12 jam. Ini karena semua tempat mendapat sinar Matahari selama 12 jam dan tidak mendapatkannya 12 jam. Tanggal 21 Juni ketika Matahari ada pada kedudukan paling utara, yakni $23,5^\circ$ LU (GBU), belahan Bumi utara mengalami siang lebih panjang daripada malam. Sebaliknya di belahan Bumi selatan, lamanya siang akan lebih pendek daripada malam. Daerah dalam lingkaran kutub utara mendapat sinar Matahari selama 24 jam, sehingga siang akan terjadi secara terus menerus pada waktu itu. Sebaliknya di daerah lingkaran kutub selatan tidak mendapat sinar matahari selama 24 jam, sehingga malam terjadi secara terus menerus pada waktu itu.

2.) Pergantian musim



Gambar 14.25 Pergantian musim
Sumber: belajar.kemdikbud.go.id

Belahan bumi utara dan selatan mengalami 4 musim, yaitu musim semi (*spring*), musim panas (*summer*), musim gugur (*autumn*), dan musim dingin (*winter*). Setiap tanggal 21 Maret, belahan bumi utara dan selatan mendapatkan penyinaran matahari dalam jumlah yang sebanding. Matahari tampak mulai bergerak ke utara. Daerah di belahan bumi utara mulai mendapatkan penyinaran matahari lebih banyak. Pada saat ini daerah di belahan bumi utara mulai memasuki musim semi. Sebaliknya, daerah di belahan bumi selatan mulai menerima penyinaran matahari yang makin sedikit. Saat ini daerah tersebut memasuki musim gugur. Musim ini berlangsung hingga tanggal 21 Juni.

Pada tanggal 21 Juli, matahari mulai berada di kedudukan paling utara dan mulai bergerak ke bagian selatan. Belahan bumi utara mulai memperoleh penyinaran matahari yang makin berkurang. Pada saat ini bagian bumi utara mulai memasuki musim panas. Sebaliknya, daerah di belahan bumi selatan mulai menerima penyinaran matahari yang bertambah. Saat ini daerah tersebut mulai memasuki musim dingin. Musim dingin ini berlangsung hingga tanggal 23 September.

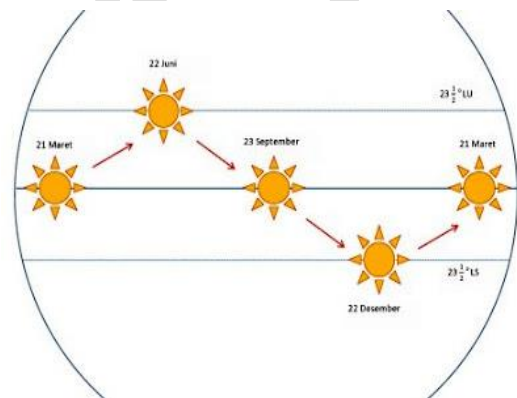
Pada tanggal 23 September matahari kembali mencapai khatulistiwa dan mulai bergerak ke belahan selatan. Sinar matahari di bagian bumi utara terus berkurang dan di belahan bumi selatan semakin bertambah. Saat tersebut bagian bumi utara memasuki musim gugur.

Sebaliknya, bagian bumi selatan mengalami musim semi. Musim ini berlangsung hingga tanggal 22 Desember.

Pada tanggal 22 Desember matahari berada pada kedudukan paling selatan dan sekarang mulai bergerak ke utara. Daerah di bagian bumi utara mulai memperoleh penyinaran matahari yang bertambah. Sebaliknya, daerah di bagian bumi selatan mulai mendapatkan penyinaran matahari yang berkurang. Saat ini bagian bumi utara memasuki musim dingin dan bagian bumi selatan memasuki musim panas. Musim ini berlangsung hingga tanggal 21 Maret tahun berikutnya.

3.) Pergerakan semu tahunan matahari

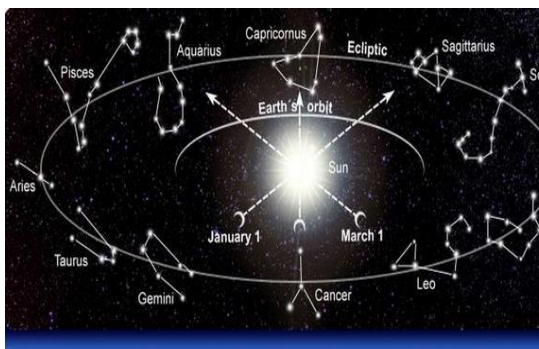
Gerak semu ini berupa pergeseran posisi matahari ke arah belahan bumi utara (22 Desember-21 Juni) dan pergeseran posisi matahari dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan (21 Juni-21 Desember). Disebut gerak semu karena sebenarnya matahari tidak bergerak. Gerak itu diakibatkan oleh terjadinya revolusi bumi dengan sumbu rotasi yang miring.



Gambar 14.26 Pergerakan semu tahunan matahari

Sumber: www.ilmusiana.com

4.) Terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan



Gambar 14.27 Rasi bintang

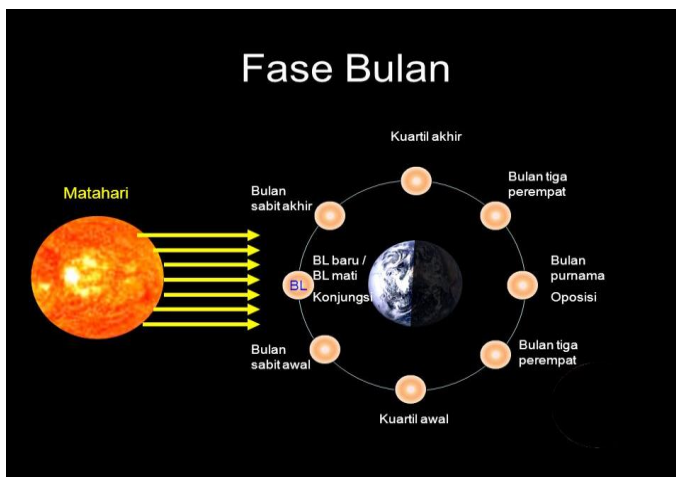
Sumber: <http://deebacalah.blogspot.co.id>

Ada bulan-bulan dimana saat itu di langit terlihat rasi bintang waluku, pada bulan selanjutnya terlihat rasi bintang scorpio, dan begitu seterusnya terjadi perubahan. Perbedaan ini diakibatkan oleh posisi kita sebagai pengamat di bumi berubah akibat adanya gerakan revolusi bumi ini.

5.) Penetapan kalender masehi

Akibat revolusi bumilainnya adalah mempengaruhi penetapan kalender masehi. Berdasarkan pembagian bujur, yaitu bujur barat dan timur, maka batas penanggalan internasional ialah bujur 180°, akibatnya apabila di belahan timur bujur 180° tanggal 14 maka di belahan barat bujur 180° masih tanggal 13, seolah-olah melompat satu hari.

3. Gerak Bumi dan Bulan



Gambar 14.28 Fase-fase bulan
Sumber: slideplayer.info

Bulan juga mengalami rotasi dan revolusi. Rotasi Bulan adalah gerak Bulan yang berputar pada sumbunya. Revolusi Bulan adalah gerak Bulan mengelilingi Bumi. Waktu revolusi bulan sama dengan waktu rotasi Bulan sehingga menyebabkan wajah Bulan yang menghadap Bumi selalu sama. Waktu yang diperlukan Bulan untuk berevolusi satu kali adalah

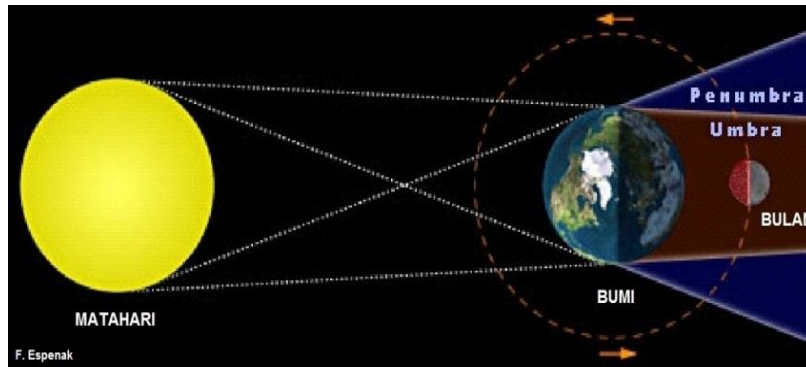
sekitar 29 hari atau satu bulan.

Fase Bulan adalah bentuk Bulan yang berbeda-beda saat diamati dari Bumi (sabit, kuartil, gibous, purnama). Bulan tampak bersinar karena memantulkan cahaya Matahari. Setengah bagian Bulan yang menghadap Matahari akan terang, dan sebaliknya setengah bagian yang membelakangi Matahari akan gelap. Akan tetapi fase bulan yang terlihat dari Bumi bergantung pada kedudukan relatif Matahari, Bulan, dan Bumi. Peredaran Bumi dan Bulan menyebabkan pula peristiwa gerhana Bulan dan gerhana Matahari.

a. Gerhana bulan

Gerhana Bulan terjadi apabila Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam satu garis simpul, dengan posisi Bulan membelakangi Bumi (oposisi). Tentu saja gerhana Bulan terjadi pada malam Bulan purnama. Gerhana Bulan terjadi karena Bulan memasuki umbra Bumi. Karena pengaruh inklinasi Bulan terhadap ekliptika, maka gerhana total tidak selalu terjadi pada saat Bulan purnama. Jika Bulan hanya dekat simpul, maka hanya akan terjadi gerhana penumbra.

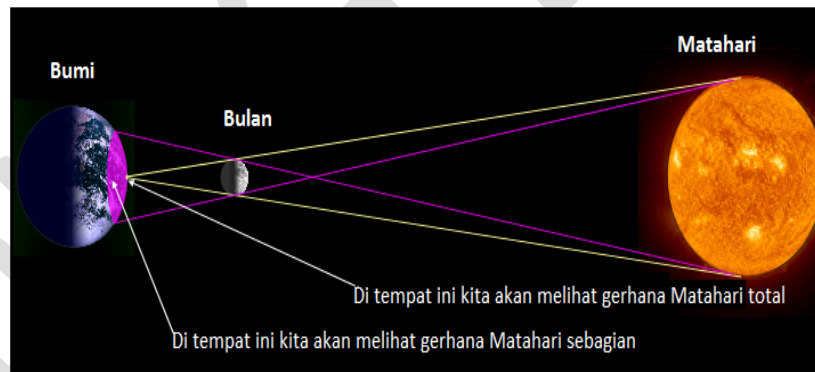
Jika Bulan sangat jauh dari simpul maka tidak terjadi gerhana Bulan pada saat Bulan purnama.



Gambar 14.29 Proses terjadinya gerhana Bulan
Sumber: incolors.club

b. Gerhana Matahari

Gerhana matahari terjadi pada saat bulan berkonjungsi (Bulan baru) tepat pada simpul atau setidaknya mendekati simpul, dan terjadi pada siang hari. Gerhana Matahari terjadi karena umbra atau penumbra bulan menutupi Matahari. Gerhana total terjadi ketika Bulan menutupi Matahari. Gerhana Matahari total terjadi ketika umbra bulan menutupi Matahari.



Gambar 14.30 Posisi Matahari, Bumi, dan Bulan pada saat gerhana Matahari
Sumber: http://www.schoolobservatory.org.uk/astro/esm/solar_eclipse

Contoh Soal 1

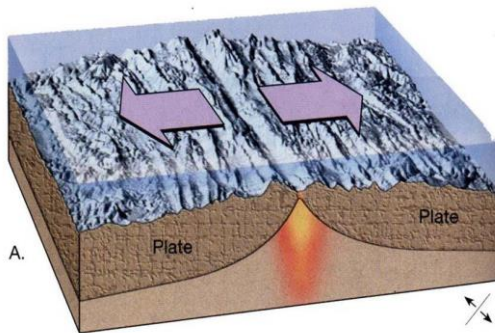
Selain berotasi bumi juga mengalami revolusi. Gerak revolusi bumi jauh lebih lama daripada gerak rotasi bumi. Penyebab perbedaan tersebut adalah dari pada

Pembahasan

Gerak rotasi Bumi adalah gerak Bumi mengitari porosnya sendiri. Sedangkan gerak revolusi adalah gerakan Bumi mengelilingi matahari, melalui lintasan yang disebut orbit. Jarak Bumi ke matahari jauh lebih besar daripada ukuran garis tengah Bumi, maka gerak revolusi Bumi berlangsung jauh lebih lama dari gerak rotasi Bumi, karena memiliki orbit yang jauh lebih panjang daripada keliling Bumi.

Contoh soal 2

Perhatikan gambar berikut!



Pergerakan lempeng yang dampak kerusakannya sangat mempengaruhi kehidupan disebut pergerakan lempeng

Pembahasan

Pergerakan lempeng divergen. Lempeng divergen adalah keadaan dimana suatu lempeng akan bergerak saling menjauhi, sehingga pada pusat pergerakan lempeng akan terbentuk lapisan astenosfer yang baru dan menyebabkan makin meluasnya area dari lempeng tersebut. Jika kita perhatikan pilihan gambar, yang menunjukkan gerakan saling menjauh tentunya hal tersebut sangat mempengaruhi kehidupan dimuka bumi.

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XI

POPULASI PENDUDUK



**Dr. RAMLAWATI, M.Si.
SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.
SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2017

A. Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

B. Kompetensi Dasar (KD)

Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan.

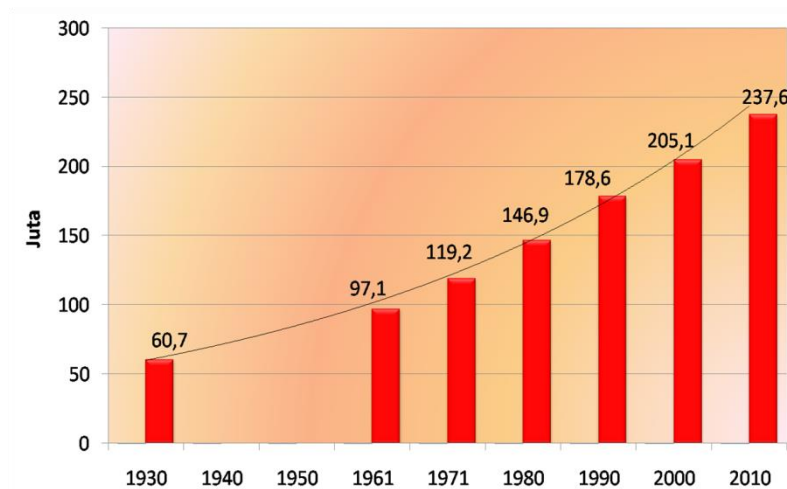
C. Uraian Materi

Populasi adalah sekelompok spesies yang sama yang menduduki ruang atau tempat tertentu, memiliki berbagai sifat tertentu sebagai sifat dari kelompok tersebut dan bukan sifat sekelompok individu dengan karakteristik serupa (spesies) yang hidup di tempat yang sama dan memiliki kemampuan untuk mereproduksi antara mereka sendiri. Manusia sebagai penduduk di bumi, pertumbuhannya dapat mempengaruhi lingkungan. Jumlah penduduk dunia termasuk Indonesia mengalami perubahan dari tahun ke tahun, bahkan berdasarkan data yang diperoleh Indonesia menempati posisi keempat sebagai Negara yang memiliki jumlah penduduk terbanyak di dunia.

Tabel 1. Jumlah penduduk sepuluh Negara di dunia

No.	Negara	Jumlah (jutaan)			
		1997	2000	2003	2025
1.	Cina	1.236,7	1.255	1.288,7	1.471
2.	India	969,7	1.016	1.068,6	1.370
3.	Amerika Serikat	267,7	276	291,5	323
4.	Indonesia	244,3	206	220,5	265
5.	Brasil	160,3	172	176,5	224
6.	Rusia	147,3	150	145,5	136
7.	Pakistan	137,8	148	149,1	243
8.	Jepang	126,1	127	127,5	134
9.	Bangladesh	122,2	132	146,7	182
10.	Nigeria	107,1	128	133,9	217

Sumber: World population data sheet 2003



Gambar 24.1 Grafik jumlah penduduk Indonesia
Sumber: Hasil sensus penduduk 2010 data agregat per Provinsi

Kepadatan penduduk yang semakin meningkat bukannya tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kepadatan penduduk juga dipengaruhi oleh proses perpindahan penduduk (migrasi) yang akan menyebabkan jumlah penduduk di suatu wilayah bertambah dan berkurang. Berikut beberapa dampak kepadatan penduduk terhadap lingkungan.

1. Berkurangnya Ketersediaan Lahan

Peningkatan populasi manusia atau meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan tingkat kepadatan semakin tinggi. Pada sisi lain, luas tanah atau lahan tidak bertambah. Kepadatan penduduk dapat mengakibatkan tanah pertanian semakin berkurang karena digunakan untuk pemukiman penduduk.



Gambar 24.2 Ketersediaan lahan
Sumber: <https://yanuaresny.files.wordpress.com/2015/03>

2. Kebutuhan Udara Bersih

Setiap makhluk hidup membutuhkan oksigen untuk pernapasan. Demikian pula manusia sebagai makhluk hidup juga membutuhkan oksigen untuk kehidupannya. Manusia memperoleh oksigen yang dibutuhkan melalui udara bersih. Udara bersih berarti udara yang tidak tercemar, sehingga kualitas udara terjaga dengan baik. Dengan udara yang bersih akan diperoleh pernapasan yang sehat.

Udara bersih merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan hidup manusia. Udara bersih banyak mengandung oksigen. Semakin banyak jumlah penduduk berarti semakin banyak oksigen yang diperlukan. Bertambahnya pemukiman, alat transportasi, dan kawasan industri yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak bumi, bensin, solar, dan batu bara) mengakibatkan kadar CO_2 dan CO di udara semakin tinggi. Berbagai kegiatan industri juga menghasilkan gas-gas pencemar seperti oksida nitrogen (NO_x) dan oksida belerang (SO_x) di udara. Zat-zat sisa itu dihasilkan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna.

Jadi dapat dipahami bahwa semakin tinggi kepadatan penduduk, maka kebutuhan oksigen semakin banyak. Oleh karena itu pemerintah kota di setiap wilayah gencar mengkampanyekan penanaman pepohonan. Selain sebagai penyejuk dan keindahan, pepohonan berfungsi sebagai hutan kota untuk menurunkan tingkat pencemaran udara.



Gambar 24.3 Kegiatan Reboisasi
Sumber: fkhbanjarnegara.com

3. Berkurangnya Ketersediaan Air Bersih

Jumlah air tawar yang ada di bumi hanya sekitar 2% dari seluruh jumlah air yang ada di bumi. Seba gaimana yang kamu ketahui bahwa seluruh makhluk hidup yang ada di muka bumi membutuhkan air selama kehidupannya. Salah satu peranan air adalah untuk diminum. semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin banyak pula jumlah air bersih yang dibutuhkan.

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



Gambar 24.4 Penggunaan air sungai untuk aktivitas sehari-hari
Sumber: mfaisalmuslim.wordpress.com

Apabila masyarakat kekurangan persediaan air bersih maka mereka terpaksa menggunakan air sungai untuk menjalankan aktivitas sehari-hari tersebut. Kondisi ini tentunya akan memberikan dampak yang tidak baik bagi kesehatan, karena air sungai yang digunakan belum tentu bersih. Berikut ini adalah ciri-ciri air tercemar.

a. Adanya perubahan suhu

Pada kondisi normal suhu air di bawah suhu lingkungan. Sebagai contohnya, pada daerah yang memiliki suhu lingkungan 28°C , maka suhu air di daerah tersebut berkisar $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$. Pada daerah industri air digunakan sebagai pendingin mesin-mesin pabrik. Air digunakan sebagai pendingin karena air membutuhkan banyak

kalor untuk menaikkan suhunya. Setelah digunakan sebagai pendingin mesin, air akan berubah menjadi hangat bahkan panas karena telah menyerap panas dari mesin pabrik.

b. Adanya perubahan pH

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

c. Adanya perubahan warna, bau, dan rasa air

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

d. Adanya endapan atau bahan terlarut

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

e. Adanya mikroorganisme

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

4. Kerusakan Lingkungan

Setiap tahun, hutan dibuka untuk kepentingan hidup manusia seperti untuk dijadikan lahan pertanian atau pemukiman. Para ahli lingkungan memperkirakan lebih dari 70% hutan di dunia yang alami telah ditebang atau rusak parah. Meningkatnya

jumlah penduduk akan diiringi pula dengan meningkatnya penggunaan sumber alam hayati. Adanya pembukaan hutan secara liar untuk dijadikan tanah pertanian atau untuk mencari hasil hutan sebagai mata pencaharian penduduk akan merusak ekosistem hutan.

Menurut UU pengelolaan Lingkungan Hidup no. 23 1997:

Pencemaran Lingkungan adalah masuknya/dimasukannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun, sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang / tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.



Gambar 24.5 Kerusakan lingkungan
Sumber: portal.mui-lplhsda.org

5. Kekurangan Makanan

Manusia sebagai makhluk hidup membutuhkan makanan. Dengan bertambahnya jumlah populasi manusia atau penduduk, maka jumlah kebutuhan makanan yang diperlukan juga semakin banyak. Bila hal ini tidak diimbangi dengan peningkatan produksi pangan, maka dapat terjadi kekurangan makanan. Akan tetapi, biasanya laju pertumbuhan penduduk lebih cepat daripada kenaikan produksi pangan makanan.

Ketidakseimbangan antara bertambahnya penduduk dengan bertambahnya produksi pangan sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia. Akibatnya, penduduk dapat kekurangan gizi atau pangan. Kekurangan gizi menyebabkan

daya tahan tubuh seseorang terhadap suatu penyakit rendah, sehingga mudah terjangkit penyakit.



Gambar 24.6 Penduduk kelaparan akibat kekurangan makanan
Sumber: internasional.republika.co.id

6. Pencemaran lingkungan

Aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sering menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Misalnya untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan dan kertas, maka kayu di hutan ditebang. Untuk memenuhi kebutuhan lahan pertanian, maka hutan dibuka dan rawa/lahan gambut dikeringkan.

Untuk memenuhi kebutuhan sandang, didirikan pabrik tekstil. Untuk mempercepat transportasi, diciptakan berbagai jenis kendaraan bermotor. Apabila tidak dilakukan dengan benar, aktivitas seperti contoh tersebut lambat laun dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem. Misalnya penebangan hutan yang tidak terkendali dapat mengakibatkan berbagai bencana seperti banjir dan tanah longsor, serta dapat melenyapkan kekayaan keanekaragaman hayati di hutan tersebut. Apabila daya dukung lingkungan terbatas, maka pemenuhan kebutuhan penduduk selanjutnya menjadi tidak terjamin.



Gambar 24.7 Pencemaran lingkungan
Sumber: bumiyangmemanas.blogspot.com

Di daerah yang padat, karena terbatasnya tempat penampungan sampah, seringkali sampah dibuang di tempat yang tidak semestinya, misalnya di sungai. Akibatnya timbul pencemaran air dan tanah. kebutuhan transportasi juga bertambah sehingga jumlah kendaraan bermotor meningkat. Hal ini akan menimbulkan pencemaran udara dan suara. Jadi kepadatan penduduk yang tinggi dapat mengakibatkan timbulnya berbagai pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem.

SOAL LATIHAN

A. Pilihan Ganda

1. Jumlah penduduk dinegara X pada pertengahan tahun 2007 sebesar 24.500.000 jiwa. Pada tahun tersebut terdapat kelahiran 1.300.000 jiwa dan kematian 700.000 jiwa. Jumlah migrasi masuk (imigrasi) pada tahun tersebut sebesar 20.000 jiwa dan migrasi keluar 15.000 jiwa. Dari data tersebut berapakah pertumbuhan penduduk alami dan migrasi

A. 5.000 jiwa dan 600.000 jiwa

B. 600.000 jiwa dan 5.000 jiwa

C. 600.000 jiwa dan 30.000 jiwa

D. 600.000 jiwa dan 5.200 jiwa
2. Diketahui jumlah penduduk wilayah A pada tahun 2012 adalah 200.000 jiwa sedangkan luas lahan pertanian yang ada di wilayah tersebut adalah 122.000 km². Berapa kepadatan penduduk agrarisnya?

A. 1, 64 jiwa per km²

B. 1, 46 jiwa per km²

C. 1, 67 jiwa per km²

D. 1, 48 jiwa per km²
3. Suatu daerah memiliki panjang 200m dan lebar 300m. Jumlah penduduk laki-laki adalah 1000 orang dan jumlah penduduk wanita adalah 2000 orang. Berapakah kepadatan penduduk di daerah tersebut?

A. 1 per 20m²

B. 3000 per 600m²

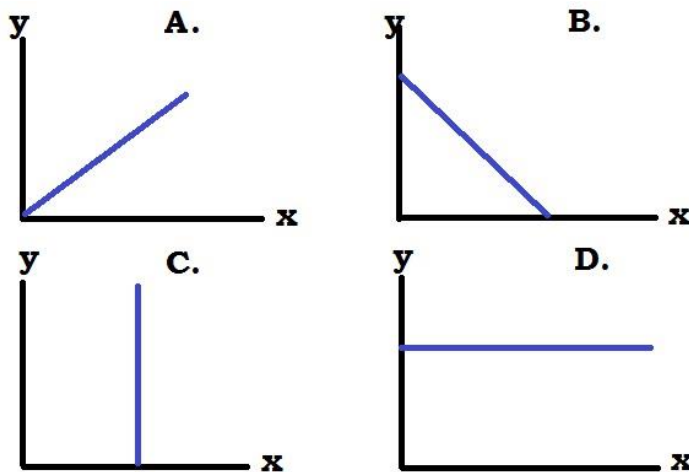
C. 1 per 60m²

D. 300 per 600m²
4. Berikut ini beberapa upaya untuk mengatasi pencemaran.
 - 1) Tidak menggunakan pupuk buatan secara berlebihan
 - 2) Limbah cair pabrik harus diolah lebih dahulu sebelum dibuang ke sungai

- 3) Tidak membuang limbah rumah tangga, khususnya sisa detergen langsung kesungai
- 4) Saat banyak hujan tidak perlu melakukan banyak pemupukan agar pupuk tak terbawa air
- 5) Limbah infeksius yang berasal dari rumah sakit harus diolah lebih dahulu sebelum dibuang ke sungai

Upaya mengatasi pencemaran air yang mengakibatkan ganggang dan tumbuhan air tumbuh dengan cepat sehingga sangat merugikan adalah

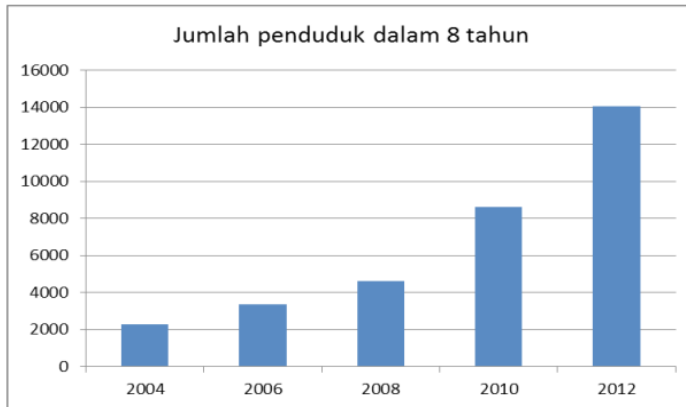
- A. 1) dan 3)
 - B. 3) dan 5)
 - C. 2) dan 5)
 - D. **1) dan 4)**
5. Hubungan yang benar antara jumlah populasi penduduk (sumbu x) dengan kebutuhan pangan (sumbu y) ditunjukkan oleh grafik



B. Uraian

1. Jumlah penduduk provinsi A yang berumur 65 - 69 tahun adalah 100.000 jiwa. Dalam waktu satu tahun yang meninggal dunia sebanyak 20.000 jiwa. Hitunglah angka kematian khusus menurut kelompok umur di provinsi tersebut!

2. Perhatikan grafik jumlah penduduk di suatu wilayah dalam 8 tahun berikut:



Dari grafik pertumbuhan penduduk tersebut, dapat diprediksi persoalan lingkungan yang akan dihadapi oleh wilayah tersebut adalah

3. Akibat kemajuan dalam bidang industri, maka hampir semua kemasan produk menggunakan bahan yang terbuat dari plastik, hal ini berdampak pada pencemaran tanah. Jelaskan dampak pencemaran plastic bagi tanah dan usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut....

Jawaban :

1. $ASDR = \frac{20.000}{100.000} \times 1000$
 $= 200$

Artinya setiap 1.000 penduduk yang berumur 65 - 69 tahun, yang meninggal sebanyak 200 orang dalam setahun.

2. Pertumbuhan penduduk yang sangat cepat seperti pada grafik tersebut diatas mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan seperti air, oksigen dan lainnya.
3. Plastik merupakan polietilen yang merupakan bahan pencemar bagi tanah karena tidak dapat di uraikan oleh bakteri dalam waktu yang cepat, tapi baru dapat terurai dalam waktu lebih dari 150n tahun, hal ini akan mengakibatkan pencemaran bagi tanah. Salah satunusaha yang dim lakukan untuk mengetasi hal tersebut adalah mendaur ulang sampah bahan-bahan yang terbuat dari plastic menjadi bahan yang bisa di pakai lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A. dan Jane B. Reece. 2010. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Siti, dkk. 2015. *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX Semester 1*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Kebudayaan, Balitbang, Kemdikbud.
- Sulaeman, Asep. A. 2016. *Modul Guru Pembelajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kemdikbud.
- Yanuar. 2016. *The World Of Science*. <https://yanuaresny.wordpress.com/kelas-ix-2/perkembangan-penduduk/isi-materi/dampak-kepadatan-penduduk-terhadap-lingkungan>. Makassar. Diakses pada 08 Juni 2016.

Populasi didefinisikan sebagai kelompok organisme spesies yang sama yang menduduki ruang atau tempat tertentu, memiliki berbagai sifat tertentu sebagai sifat dari kelompok tersebut dan bukan sifat individu

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB 16

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB 16

PENCEMARAN LINGKUNGAN DAN PEMANASAN GLOBAL

Kompetensi Inti

Kompetensi Dasar

1. Mendeskripsikan pencemaran dan dampaknya bagi makhluk hidup
2. Mendeskripsikan tentang penyebab terjadinya pemanasan global dan dampaknya bagi ekosistem

a. Pencemaran Lingkungan

Pemanfaatan ilmu dan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia memberikan efek sampingan terhadap lingkungan. Adanya berbagai macam industri, banyaknya kendaraan bermotor, penggunaan hasil teknologi di bidang pertanian (penggunaan insektisida, pestisida, penggunaan pupuk buatan, dan lain-lain) menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan.

Pencemaran air, udara, dan tanah adalah masuknya zat, energi, makhluk hidup dan atau komponen lain ke udara atau ke dalam air, ke tanah sehingga berubahnya komposisi air, udara, tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air, udara, tanah menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air, udara, tanah tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/I/1988).

a. Pencemaran Air

Air yang ada di alam ini tidak dalam bentuk murni (H_2O), hal ini tidak berarti bahwa air tersebut telah tercemar. Air permukaan dan air sumur umumnya

mengandung zat-zat yang terlarut, seperti senyawa Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Ferum (Fe). Air yang tidak tercemar tidak selalu merupakan air murni, tetapi merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu yang melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga air tersebut dapat digunakan untuk air minum, mandi, pengairan tanaman, dan keperluan industri. Adanya bahan-bahan asing yang mengakibatkan air itu tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya secara normal disebut pencemaran air. Kebutuhan makhluk hidup terhadap air bervariasi, oleh sebab itu batas pencemaran terhadap berbagai jenis makhluk hidup juga berbeda. Air kali yang jernih di pegunungan tidak dapat langsung digunakan sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air minum.

Untuk menetapkan standar air yang bersih tidaklah mudah, karena tergantung pada beberapa faktor. Faktor penentu itu tergantung pada kegunaan air (untuk minum, untuk industri, keperluan rumah tangga, untuk industri, untuk mengairi sawah, dan kolam perikanan) dan asal sumber air (mata air, air danau, sungai, sumur, dan air hujan).

Baku mutu air pada sumber air adalah batas kadar zat yang diperbolehkan terdapat di dalam air. Air menurut kegunaan dibedakan menjadi 4 golongan yaitu: (1) golongan A adalah air yang dapat digunakan untuk air minum secara langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu. (2) Golongan B adalah air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga. (3) Golongan C adalah air yang dapat digunakan untuk pertanian dan peternakan. (4) Golongan D adalah air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dapat dimanfaatkan untuk industri, dan pembangkit listrik tenaga air. Baku mutu limbah cair adalah batas kadar zat yang diperbolehkan untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam badan air, sehingga baku mutu air terpenuhi.

1) Indikator Pencemaran Air

Air telah tercemar dapat diketahui dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi yaitu sebagai berikut.

a) Perubahan suhu air

Dalam kegiatan berbagai proses industri, sering menggunakan air untuk pendinginan mesin. Air pendingin ini akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, sehingga air tersebut menjadi panas. Suhu air buangan tersebut biasanya lebih tinggi daripada suhu air asalnya. Air ini kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air yang panas akan menurunkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air dan meningkatkan kecepatan reaksi kimia. Karena jumlah oksigen yang terlarut kurang dalam air akan mempengaruhi kehidupan hewan air seperti ikan, udang, dan siput. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, hewan-hewan air ini mungkin akan mati.

b) Perubahan pH atau Derajat Keasaman

Air yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan adalah yang mempunyai pH antara 6,5 sampai 7,5. Air dapat bersifat asam atau basa tergantung pada besar atau kecilnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air yang mempunyai pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas 7 akan bersifat basa. Kebasaan berkaitan dengan kesadahan air dan merupakan salah satu sifat air. Adanya ion kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) di dalam air akan mengakibatkan kesadahan air tersebut. Garam-garam ini biasanya terdapat dalam bentuk fosfat, karbonat, dan klorida. Air yang kesadahannya terlalu tinggi akan menimbulkan korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang berbusa, dan menimbulkan kerak di wadah-wadah untuk pemanasan air. Oleh karena itu, air yang digunakan industri harus dihilangkan dahulu kesadahannya (dinetralkan dengan asam).

c) Perubahan Warna, Bau, dan Rasa Air

Air yang normal biasanya tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna sehingga kelihatan bening atau jernih. Warna air yang terdapat di alam bervariasi, misalnya air di rawa berwarna kuning, coklat atau kehijauan. Air sungai yang berwarna coklat biasanya mengandung lumpur atau tanah liat. Air yang mengandung zat besi (Fe) dalam jumlah yang cukup tinggi umumnya berwarna coklat kemerahan. Air yang berwarna tidak normal menunjukkan terjadinya pencemaran air. Air yang berwarna

hijau biasanya banyak mengandung ganggang hijau atau tercemar oleh zat warna tekstil yang berwarna hijau.

Air limbah industri dan limbah rumah tangga berupa bahan organik dan anorganik yang sering larut dalam air, maka akan terjadi perubahan warna air. Selain itu degradasi bahan buangan industri dapat pula menyebabkan terjadi perubahan warna air di badan air.

Tingkat pencemaran air tidak mutlak tergantung pada warna air karena bahan buangan industri yang berwarna belum tentu lebih berbahaya daripada bahan buangan industri yang tidak berwarna. Sering bahan-bahan bersifat racun yang ada dalam bahan buangan industri tidak menyebabkan perubahan warna, sehingga air tersebut kelihatan jernih.

Air yang berbau dapat langsung berasal dari bahan buangan atau air limbah buangan industri berupa bahan-bahan kimia atau perombakan bahan buangan, perombakan tumbuhan atau hewan air yang sudah mati oleh mikroba yang hidup dan ganggang serta zooplankton yang sudah mati. Jadi bau air tergantung pada sumber airnya dan bahan pencemar. Bahan buangan industri yang bersifat organik atau bahan buangan kegiatan industri pengolahan bahan makanan sering menimbulkan bau yang sangat menyengat. Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik terutama protein menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau busuk. Timbulnya bau pada air di lingkungan secara mutlak dapat dipakai sebagai indikator terjadinya pencemaran air yang tinggi. Air yang berbau tidak alami juga dianggap mempunyai rasa yang tidak alami. Pada umumnya adanya rasa pada air diikuti pula dengan perubahan pH dari air tersebut.

d) Adanya Endapan, Koloid, dan Busa

Endapan dan koloid berasal dari bahan buangan industri yang berbentuk padat. Bahan buangan padat yang tidak dapat larut sempurna akan mengendap di dasar perairan dan yang dapat larut sebagian akan menjadi koloid. Endapan sebelum

mengendap di dasar perairan akan melayang-layang di dalam air bersama dengan koloid, hal ini akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air.

Dengan adanya oksigen yang terlarut dalam air, endapan dan koloid yang berasal dari bahan buangan organik, akan diuraikan oleh mikroba menjadi bahan yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut di dalam air tersebut berkurang, sehingga organisme lain akan kekurangan oksigen. Ada beberapa jenis ikan, seperti ikan mas yang tidak dapat hidup dengan kadar oksigen di bawah 4 bpj (bagian per se juta).

Padatan tersuspensi merupakan padatan yang tidak larut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri atas partikel-partikel yang ukuran maupun bobotnya lebih kecil daripada endapan, misalnya tanah liat, bahan organik tertentu, dan sel-sel mikroba. Air permukaan yang mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi dapat bertahan berbulan-bulan, kecuali jika ada zat-zat lain (tawas) yang mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Air limbah rumah tangga (pencucian pakaian dan perabot dapur) dan tempat pencucian pakaian, mobil, motor sering mengandung deterjen dan sabun yang larut dalam air. Air yang mengandung sabun atau deterjen jika dikocok akan kelihatan berbusa. Air mengandung deterjen atau sabun ini akan mengganggu kehidupan hewan-hewan air dan tumbuhan air.

e) Adanya Mikroorganisme

Adanya mikroorganisme dalam air berasal dari udara, tanah, sampah, lumpur, hewan yang hidup atau bangkai, kotoran manusia atau hewan. Mikroorganisme lingkungan hidupnya tidak cocok. Air dapat berupa medium pembawa bakteri patogen yang berbahaya terhadap kesehatan. Bakteri patogen yang sering ditemukan di dalam air yang tercemar kotoran manusia dan hewan terutama adalah bakteri dan protozoa penyebab penyakit saluran pencernaan, seperti *Vibrio cholera* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenterie* penyebab penyakit disentri basil, *Salmonella typhosa*

penyebab penyakit tifus, *S. paratyphosa* penyebab penyakit para tifus, *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba.

Mikroorganisme atau mikroba sangat berperan dalam proses perombakan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke badan air. Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroba ikut berkembangbiak dan jumlahnya akan banyak. Dan tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen juga ikut berkembangbiak. Banyaknya bakteri *E. coli* di dalam air menunjukkan bahwa air itu tercemar kotoran manusia, hewan, dan air tersebut tidak layak untuk diminum. Oleh sebab itu bakteri *E. Coli* ini digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya pencemaran air.

f) Peningkatan Radioaktivitas di Badan Air

Pemanfaatan, penerapan ilmu dan teknologi nuklir dalam berbagai bidang akhir-akhir ini banyak dilakukan, antara lain di bidang kedokteran, farmasi, pertanian, dan pertambangan. Sisa buangan radioaktif ini ada yang dibuang ke lingkungan oleh industri pemakainya, sehingga akan masuk ke badan air. Sebetulnya sudah ada peraturan perundangan yang mengatur bahan sisa radioaktif ini, akan tetapi ada industri yang tidak mematuhi peraturan tersebut. Pembakaran batu bara merupakan salah satu sumber yang dapat menaikkan radioaktivitas di lingkungan. Untuk mendeteksi radioaktivitas air dapat digunakan alat Geiger Counter.

b. Komponen-komponen Pencemar Air dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Berbagai kegiatan industri dan teknologi yang ada saat ini, jika tidak disertai dengan pengelolaan limbah yang baik akan terjadi pencemaran air, secara langsung dan maupun tidak langsung. Bahan buangan rumah tangga dan air limbah industri merupakan penyebab utama terjadi pencemaran air. Komponen pencemar air ikut menentukan indikator pencemaran air.

Komponen pencemar air dikelompokkan sebagai berikut.

- Logam-logam berat
- Pupuk, pestisida, herbisida, dan insektisida
- Deterjen dan bahan pewarna tekstil
- Minyak bumi dan lain-lain

1) Logam-logam Berat dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Air buangan industri kimia biasanya mengandung mineral-mineral seperti arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), klor (Cl_2), timbal (Pb), dan raksa (Hg), serta garam-garam kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Garam Ca dan Mg akan menyebabkan kesadahan air. Air yang mempunyai kesadahan tinggi dapat menyebabkan perkaratan pada alat-alat yang terbuat dari besi, sabun kurang berbusa, dan dapat menimbulkan kerak-kerak di wadah yang digunakan untuk memasak air. Oleh sebab itu air yang digunakan untuk industri harus dihilangkan sifat kesadahannya lebih dahulu.

Beberapa polutan logam berat yang sering terdapat dalam air buangan, seperti raksa, timbal, kadmium, dan krom yang sangat berbahaya terhadap kehidupan di sekitar limbah tersebut. Raksa digunakan dalam berbagai bentuk dan keperluan, misalnya dalam industri klor alkali, alat-alat listrik, cat, katalis, kedokteran gigi, industri kertas, dan amalgam. Penggunaan logam berat terbesar adalah dalam industri klor alkali untuk memproduksi klorin (Cl_2) dan natrium hidroksida (NaOH). Fungsi raksa di sini adalah sebagai katode sel elektrolisis. Penggunaan raksa yang kedua terbesar adalah untuk pembuatan alat-alat listrik, misalnya untuk pembuatan lampu merkuri. Penggunaan ketiga terbanyak adalah dalam pembuatan baterai merkuri. Raksa juga digunakan sebagai fungisida untuk membunuh jamur, dalam pembuatan beberapa jenis cat, bubur kertas, dan bidang pertanian. Cat untuk kapal-kapal supaya tahan air sering ditambahkan merkuri oksida (HgO).

Penggunaan raksa untuk pengawetan kertas sejak tahun 1970 telah dilarang, karena kertas sering digunakan untuk membungkus makanan. Raksa juga digunakan

sebagai katalis pada industri vinil klorida yang merupakan bahan dasar plastik. Keracunan raksa (merkuri) di teluk Minamata di Jepang disebabkan karena buangan raksa dari pabrik vinil klorida (tahun 1953-1960). Logam merkuri ini bersifat terakumulasi (penumpukan) dalam tubuh makhluk hidup melalui rantai makanan. Limbah yang mengandung merkuri yang dibuang ke sungai akan diserap oleh ganggang dan protozoa, mikroorganisme ini akan dimakan oleh ikan kecil atau oleh kerang. Dalam tubuh ikan dan kerang akan terjadi akumulasi merkuri. Jika ikan dan kerang tersebut dimakan oleh manusia, dalam tubuh orang ini akan mengandung merkuri. Jika orang ini sering memakan kerang dan ikan yang mengandung merkuri, maka logam ini akan menumpuk (terakumulasi) di dalam tubuh orang tersebut.

World Health Organisation (WHO) menetapkan batas maksimum merkuri dalam air adalah 0,001 mg/l. Semua senyawa merkuri dalam jumlah 0,0065 mg/L beracun terhadap tubuh kita. Ion merkuri (Hg^{2+}) dapat merusak ginjal. Senyawa merkuri organometal seperti dimetil merkuri, $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$ juga sangat toksik. Merkuri di dalam tubuh akan menghambat kerja enzim dan mengakibatkan kerusakan sel karena logam ini berikatan dengan bahan yang mengandung sulfur yang terdapat di dalam molekul enzim dan dinding sel. Kerusakan tubuh yang disebabkan oleh merkuri biasanya bersifat permanen dan sampai sekarang belum dapat disembuhkan.

Timbal (Pb) banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena titik cairnya rendah, logam lunak, dan dapat membentuk alloy. Penggunaan Pb terbesar adalah untuk memproduksi baterai aki mobil, untuk pelapis kabel, pipa, solder, dan pewarna. Bahan penyolder mengandung 50-95 % Pb, sisanya adalah timah.

Tidak semua Pb yang tertelan atau terhisap akan tertinggal di dalam tubuh. Kira-kira 8 % dari Pb yang tertelan diserap melalui saluran pencernaan dan kira-kira 30% terhisap melalui saluran pernafasan. Hanya 5-30 % yang terserap saluran pernafasan akan tertinggal dalam tubuh karena dipengaruhi oleh ukuran partikel.

Daya racun Pb di dalam tubuh antara lain disebabkan oleh terhambatnya kerja enzim. Enzim yang dihambat adalah enzim yang diperlukan untuk pembentukan haemoglobin. Pb juga mempengaruhi sistem saraf perifer dan sistem saraf pusat, serta ginjal. Pb juga dapat mempengaruhi pertumbuhan jaringan tulang pada anak-anak. Pb yang tertinggal dalam tubuh akan menumpuk terutama di dalam tulang (90-95 %). Timbal dalam tulang dapat menggantikan Kalsium (Ca) yang dapat menyebabkan kelumpuhan.

Jumlah Pb dalam darah yang dapat menyebabkan keracunan biasanya 60-100 mikrogram dalam 100 mL darah. Kandungan Pb maksimal yang boleh ada dalam makanan yang dipersyaratkan oleh FAO (1975) dan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan adalah 2 ppm.

Krom (Cr) sering digunakan untuk penyamakan kulit pada industri penyamakan kulit. Kebanyakan industri penyamakan itu membuang sisa larutan penyamak (krom) ke lingkungan. Air yang tercemar krom tidak layak untuk dikonsumsi, jika konsentrasinya tinggi dalam air akan mematikan biota air.

2) Deterjen dan Pewarna Tekstil

Air buangan rumah tangga dan industri pencucian mengandung deterjen yang larut dalam air. Penggunaan deterjen saat ini semakin meningkat untuk berbagai keperluan, yang menjadi masalah utama bukan racunnya, tetapi busanya yang mengganggu di lingkungan air. Surfaktan yang digunakan dalam deterjen sebelum tahun 1965 tidak dapat diuraikan dengan cepat sehingga menumpuk di tempat badan air atau sungai.

Bahan pembentuk utama deterjen adalah natrium tripolifosfat ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$). Senyawa ini tidak begitu bermasalah, dalam proses dekomposisi (penguraian)nya di lingkungan, senyawa tersebut diubah menjadi ortofosfat yang tidak beracun bagi makhluk hidup. Fosfat ini jika berada dalam perairan akan mengakibatkan eutrofikasi, sehingga terjadi penyuburan tumbuhan air. Eutrofikasi yang berlebihan akan

mengganggu kehidupan di dalam air tersebut, karena oksigen yang terlarut menjadi kurang. Sabun atau deterjen bekas pencucian yang dibuang ke dalam air akan menaikkan pH air tersebut, sehingga akan mengganggu kehidupan dalam air. Bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam deterjen juga akan mengganggu kehidupan hewan air.

Bahan buangan industri tekstil berupa pencelup (pewarna), bahan kimia lain yang ditambahkan supaya warna tetap awet, jika limbahnya dibuang ke badan air akan menyebabkan pencemaran. Industri tekstil yang nakal sering membuang limbahnya ke sungai sebelum diolah, walaupun sudah aturan dari pemerintah bahwa limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu baru boleh dibuang ke badan air. Bahan-bahan ini jika konsentrasinya tinggi akan mematikan biota air dan ada yang bersifat karsinogenik.

3) Pupuk, Insektisida, dan Pestisida

Pupuk buatan seperti urea, NPK, trisuperfosfat, amonium sulfat yang digunakan secara berlebihan oleh petani juga merupakan sumber pencemaran. Pupuk buatan ini larut di dalam air, jika digunakan berlebihan akan dihanyutkan oleh air hujan dan terbawa oleh aliran air ke sungai atau ke badan air lainnya. Pupuk ini juga akan menyebabkan eutrofikasi di badan air.

Pemakaian bahan insektisida pada lahan pertanian sering meliputi daerah yang luas, sehingga pemakaian bahan ini cukup banyak. Sisa bahan ini dapat sampai ke sungai (badan air) melalui hujan yang jatuh pada daerah pertanian tersebut, dan dialirkan melalui pengairan sawah kemudian mengalir ke sungai atau danau sekitarnya. Insektisida umumnya sulit diuraikan oleh mikroorganisme, walaupun ada yang dapat terurai tetapi memerlukan waktu yang lama. Waktu penguraiannya antara beberapa minggu sampai beberapa tahun tergantung jenis insektisidanya. Insektisida ini sering dicampur dengan minyak bumi sehingga air yang kena bahan buangan ini permukaannya tertutup oleh lapisan minyak, sehingga akan menyebabkan menurunnya kandungan oksigen dalam air.

Insektisida yang paling banyak digunakan adalah insektisida organik sintetis. Penggunaan insektisida ini menimbulkan masalah di lingkungan. Insektisida organik sintetis dapat dibedakan atas 3 kelompok berdasarkan struktur dan komposisinya yaitu sebagai berikut.

- a) Insektisida organoklorin, contohnya DDT (Dikloro Difenil Triklor etan), metoksiklor, aldrin, dan dieldrin. Senyawa DDT ini sebetulnya sudah dilarang penggunaannya karena sukar diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Akan tetapi DDT ini masih saja digunakan oleh petani secara sembunyi-sembunyi karena dianggap lebih ampuh.
- b) Insektisida organofosfor, contohnya paration dan malation.
- c) Insektisida karbamat, misalnya karbaril dan baygon.

Sifat-sifat insektisida berbeda-beda meskipun termasuk ke dalam satu kelompok. Dua sifat insektisida yang penting jika dilihat dari segi pencemaran terhadap lingkungan yaitu daya racun dan kemudahan terurai. Insektisida yang paling cepat terurai adalah karbamat dan organofosfor. Insektisida yang mempunyai daya racun rendah adalah metoksiklor, malation, dan karbaril. Paration, aldrin, dieldrin, dan DDT yang mempunyai daya racun tinggi.

Insektisida yang sangat beracun terhadap hewan percobaan juga sangat beracun terhadap manusia. Kontaminasi bahan pangan oleh insektisida, seperti biji-bijian dan produknya menyebabkan keracunan yang bersifat epidemik. Tahun 1972 di Kolombia terjadi keracunan insektisida yang menyebabkan kematian 88 orang karena terkontaminasi paration pada bahan makanan.

Bagian tubuh yang dipengaruhi oleh insektisida ini adalah sistem saraf otonom sehingga menyebabkan tremor (gemetar), konvulsi, kematian pada serangga, burung, dan mammalia. Mekanisme kerja insektisida ini adalah melalui molekul organoklorin yang larut dalam membran lemak yang mengelilingi saraf, sehingga mengganggu

transpor rangsangan yang masuk dan keluar melalui sistem saraf. Hal ini menyebabkan terjadi tremor dan konvulsi.

4) Bahan Organik

Pada umumnya bahan buangan organik berupa limbah yang dapat dibusukkan atau diuraikan oleh mikroba. Bahan organik ini ada yang berupa koloid dan ada yang dapat mengendap dan ada yang larut dalam air. Karena bahan organik ini dapat membusuk atau terurai maka akan bijaksana jika bahan buangan ini tidak dibuang ke badan air. Bahan organik ini juga dapat menyebabkan meningkatnya populasi mikroba dalam air. Sebaiknya bahan buangan organik ini dikumpulkan untuk dijadikan kompos yang berguna bagi pemupukan tanaman.

Jika bahan makanan olahan yang mengandung protein dan gugus amin, diuraikan oleh mikroba akan terurai menjadi asam belerang yang berbau telur busuk, dan amoniak yang mudah menguap. Air yang mengandung bahan buangan makanan olahan, misalnya limbah tahu, tempe akan mengandung banyak mikroba. Mikroba ini memerlukan oksigen untuk menguraikan limbah tersebut, sehingga air yang tercemar bahan organik kurang kandungan oksigennya. BOD (Biochemical oxygen Demand) digunakan untuk mengukur banyaknya pencemar organik. BOD adalah kebutuhan oksigen biologis untuk reaksi oksidasi terhadap buangan di air Menurut peraturan Menteri Kesehatan, kandungan oksigen dalam air minum atau BOD tidak boleh kurang dari 3 ppm.

5) Minyak Bumi

Minyak bumi yang terdapat di dalam air, ada yang berasal dari pembersihan kapal laut, pencucian kapal motor, kebocoran kapal pembawa minyak bumi, dan buangan pabrik. Minyak bumi dan lemak tidak larut dalam air, oleh karena itu jika minyak dan lemak mencemari badan air akan tetap terapung di permukaan air. Jika buangan minyak mengandung senyawa yang dapat menguap akan terjadi penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi air akan berkurang. Luas penyusutan

tergantung pada jenis minyak dan waktu. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air ada yang dapat terurai oleh mikroorganisme tertentu, tetapi ada yang memerlukan waktu yang lama untuk menguraikannya.

Lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu organisme di dalam air tersebut, karena akan menghalangi difusi oksigen ke dalam air, mengganggu masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu fotosintesis tumbuhan air. Di samping itu adanya lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu kehidupan burung air karena burung-burung ini berenang dan menyelam, sehingga bulunya akan ditutupi minyak dan menjadi lengket, yang berakibat kemampuan terbangnya menurun.

c. Pencemaran Udara

Udara yang bersih hanya mengandung gas oksigen, nitrogen, uap air, sedikit gas karbondioksida, dan gas-gas mulia. Komposisi udara kering yang uap airnya telah dihilangkan relatif konstan. Komposisi udara kering normal di permukaan laut dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Komposisi udara kering di permukaan laut

Komponen	Rumus kimia	Persen volume
Nitrogen	N ₂	78,03
Oksigen	O ₂	20,99
Argon	Ar	0,94
Karbon dioksida	CO ₂	0,033
Neon	Ne	0,0015
Helium	He	0,00052
Krypton	Kr	0,00014

Xenon	Xe	0,000006
-------	----	----------

(Sumber : Chang Raymond, 1998)

Pada saat ini, di beberapa tempat terutama di kota-kota besar, udara sudah jauh dari keadaan bersih. Banyak polutan yang sudah tercampur ke udara yang berasal dari hasil pembakaran batu bara, minyak bumi, dan pembakaran sampah, serta asap kendaraan bermotor. Apa saja jenis polutan itu? Bagaimana cara polutan-polutan tersebut sampai ke udara dan dari mana asalnya? Apa akibatnya pada manusia atau makhluk hidup dan lingkungan ? Uraian berikut ini berusaha memberi jawaban untuk pertanyaan tersebut di atas.

1) Jenis-jenis Polutan di Udara

a) Polutan Karbon, Karbonmonoksida, dan Karbondioksida

Polutan karbon yang mencemari udara ini umumnya dapat berwujud gas atau padat. Polutan yang berwujud padat biasanya berupa butiran-butiran yang sangat halus dan cukup stabil di udara dalam waktu yang cukup lama dan ini biasanya disebut partikulat. Senyawa karbon dapat menjadi polutan di udara dalam dua bentuk di atas. Mengapa hal tersebut dapat demikian? Polutan karbon biasanya berasal dari pembakaran bahan bakar minyak atau batu bara, kayu untuk keperluan energi yang digunakan untuk memasak, pembangkit tenaga listrik, menjalankan kendaraan bermotor, dan lain-lain.

Hidrokarbon (HC) berasal dari bermacam-macam sumber, yaitu tidak terbakarnya bahan bakar secara tidak sempurna dan tidak sempurna terbakarnya minyak pelumas. Emisi HC kebanyakan berasal dari mesin-mesin diesel berbahan bakar solar. Emisi HC ini dalam bentuk gas metan (CH_4). Emisi gas metan ini dapat menyebabkan penyakit leukemia dan kanker.

Bahan-bahan sumber energi tersebut jarang sekali yang dapat mengalami pembakaran sempurna. Hal ini dapat dibuktikan pada persamaan reaksi kimia pada pembakaran lilin, yaitu



Di sini yang digunakan senyawa hidrokarbon dengan rumus molekul C_5H_{12} . Bahan bakar minyak bumi atau batu bara terdiri atas senyawa hidrokarbon. Persamaan reaksi di atas menunjukkan bahwa reaksi tidak berlangsung sempurna. Unsur karbon (C) yang tidak terbakar akan kelihatan sebagai asap hitam. Selanjutnya pembakaran yang tidak sempurna ini akan menimbulkan masalah baru yaitu karbon berikatan dengan oksigen membentuk karbonmonoksida, seperti reaksi di bawah ini.



Jika terjadi pembakaran yang sempurna pada karbon akan terjadi reaksi berikut.



Asap kendaraan bermotor merupakan sumber utama karbon monoksida di berbagai kota, terutama kota besar yang banyak kendaraan bermotornya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 60% pencemaran di kota Jakarta disebabkan oleh kendaraan bermotor terutama yang berbahan bakar solar. Konsentrasi CO di udara pada tempat tertentu dipengaruhi oleh kecepatan emisi (pelepasan) CO ke udara dan kecepatan penyebaran CO di udara. Di daerah perkotaan kecepatan penyebaran CO dari udara sangat lambat. Kecepatan penyebarannya dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin, turbulensi udara, dan stabilitas atmosfer. Di kota-kota besar walaupun turbulensi timbul karena adanya kendaraan yang bergerak dan aliran udara di atas dan di sekeliling bangunan, tetapi karena keterbatasan ruangan maka gerakan udara menjadi sangat terbatas sehingga konsentrasi CO di udara meningkat.

Karbon monoksida ini merupakan gas yang beracun dan dengan adanya gas ini di udara dapat menimbulkan malapetaka. Orang yang keracunan gas karbonmonoksida kemampuan darahnya untuk mengikat gas oksigen dari paru-

paru akan menurun karena Fe dalam haemoglobin yang berfungsi mengikat gas oksigen dalam darah telah berikatan dengan gas karbon monoksida (CO). Hal ini terjadi karena kemampuan Fe-haemoglobin mengikat CO jauh lebih besar dibandingkan dengan kemampuan untuk mengikat oksigen (200X lebih kuat). Haemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (HbO_2) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa CO_2 dalam bentuk HbCO_2 dari sel-sel tubuh ke paru-paru.

Dengan adanya CO, haemoglobin dapat membentuk karboksi-hemoglobin (HbCO). Jadi dengan adanya CO kemampuan darah membawa oksigen menjadi berkurang.

Reaksinya adalah sebagai berikut.



Haemoglobin karbonmonooksida karboksi-haemoglobin air

Pengaruh CO terhadap tubuh manusia ditentukan oleh konsentrasi HbCO yang terdapat dalam darah, semakin tinggi persentase haemoglobin yang berikatan dengan CO semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia. Konsentrasi CO yang tinggi di udara dapat menyebabkan turunnya berat janin dan meningkatnya jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Hubungan antara konsentrasi HbCO di dalam darah dan pengaruhnya terhadap manusia dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Pengaruh konsentrasi HbCO dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi HbCO dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1,0	Tidak ada pengaruhnya
1,0 – 2,0	Penampilan agak tidak normal

2,0 – 5,0	Berpengaruh terhadap sistem saraf pusat, reaksi alat indera tidak normal, pandangan kabur
> 5,0	Perubahan fungsi jantung
10,0 – 80,0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang, pingsan, sukar bernapas dan dapat menyebabkan kematian

Secara normal sebenarnya darah mengandung HbCO dalam jumlah sekitar 0,5%, ini berasal dari CO yang diproduksi oleh tubuh selama metabolisme pemecahan komponen haemoglobin. Yang lainnya berasal dari CO yang terdapat di udara dalam konsentrasi yang rendah.

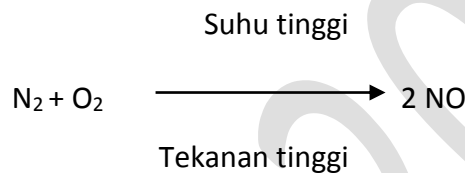
Sumber utama gas CO di kota-kota besar adalah asap kendaraan bermotor roda empat. Untuk menunjukkan adanya karbon monoksida dapat digunakan senyawa paladium sulfat. Senyawa ini merupakan indikator yang sangat peka terhadap karbon monoksida. Jika gas ini ada di udara, paladium sulfat yang berwarna kuning akan berubah menjadi hijau.

Dalam jumlah tertentu karbon dioksida (CO₂) diperlukan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis menghasilkan karbohidrat (glukosa) dan oksigen, akan tetapi penggunaan bahan bakar oleh kendaraan yang banyak sekali mengakibatkan gas CO₂ di udara melebihi dari yang dibutuhkan tumbuhan. Tingginya kadar CO₂ di udara dapat mengubah iklim, misalnya suhu udara menjadi tinggi. Suhu yang tinggi akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Perubahan iklim itu terjadi karena CO₂ yang disebut gas penyebab timbulnya “green house effect” yang membentuk selimut isolasi sekeliling bumi yang menahan kembalinya panas bumi setelah disinari matahari, sehingga suhu udara menjadi tinggi. Kadar CO₂ yang tinggi di udara akan berpengaruh negatif terhadap pernafasan manusia (menjadi lebih cepat), peredaran darah, dan gangguan pada sistem saraf pusat.

b) Polutan Oksida Nitrogen (NO_x)

Beberapa nitrogen oksida di udara terutama berasal dari asap kendaraan bermotor. Minyak bumi berasal dari fosil-fosil makhluk hidup yang banyak mengandung senyawa nitrogen. Gas NO₂ juga dikeluarkan dari industri kimia, industri pembangkit tenaga listrik, dan asap rokok.

Nitrogen (N₂) termasuk gas yang sukar bereaksi, akan tetapi pada kondisi tertentu, misalnya suhu dan tekanan udara yang tinggi gas ini dapat juga bersenyawa dengan oksigen membentuk oksida-oksida nitrogen, seperti reaksi di bawah ini.



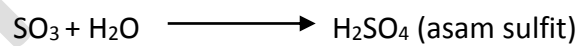
Telah diketahui bahwa pembakaran selalu berhubungan dengan udara, sedangkan udara sendiri mengandung gas nitrogen. Oleh sebab itu pembentukan gas nitrogen monoksida (NO) tidak dapat dihindari pada waktu terjadi pembakaran. Makin tinggi suhu yang dihasilkan pembakaran makin banyak dibentuk gas NO. Untuk memperoleh efisiensi yang baik dari kendaraan bermotor atau pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik, maka suhu harus tinggi, sehingga gas NO ini banyak dihasilkan. Hal ini memang masalah yang belum terpecahkan atau merupakan suatu dilema. Gas NO di udara bereaksi dalam beberapa jam dengan gas oksigen menghasilkan gas nitrogen dioksida (NO₂) yang daya racunnya lebih tinggi daripada gas NO. NO₂ ini merupakan suatu gas yang berwarna coklat kemerahan, berbau sangat tajam, dan berbahaya. Sifat racun gas NO₂ empat kali lebih kuat daripada gas NO. Jika gas ini terhisap pada waktu bernapas, akan bersenyawa dengan uap air dalam paru-paru membentuk asam nitrat (HNO₃), yang mengakibatkan gangguan pada paru-paru. Paru-paru yang kena gas NO₂ akan membengkak, sehingga orang tersebut sukar bernapas yang akhirnya dapat menyebabkan kematian. Pencemaran oleh gas NO dan NO₂

dapat juga menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Gas NO₂ dapat menghalangi jarak penglihatan karena menghasilkan kabut fotokimia yang berwarna kejinggaan.

Gas NO dan NO₂ di udara dengan adanya uap air akan membentuk asam, jadi akan menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini akan berpengaruh buruk terhadap pertanian, hutan, hewan dan tumbuhan air, juga merusak bangunan. Bahaya asam nitrat atau nitrit pada tumbuhan antara lain adalah timbulnya bintik-bintik di permukaan daun. Pada konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, sehingga daun tidak dapat berfotosintesis dan tanaman tidak dapat berproduksi. Konsentrasi NO sebesar 10 bpj (bagian persepuluh) dapat menurunkan kemampuan daun dalam berfotosintesis sampai 70%.

c) **Polutan Oksida Belerang (SO_x)**

Belorang bebas atau unsur belorang murni tidak menimbulkan masalah polusi udara. Akan tetapi oksida-oksida belorang (SO_x) yang terdiri atas belorang dioksida dengan rumus kimia SO₂ dan belorang trioksida dengan rumus kimia SO₃ menimbulkan masalah polusi, apabila zat ini tercampur di udara. Kedua jenis oksida belorang ini dapat membentuk asam jika terlarut dalam air, menurut persamaan reaksi berikut ini.



Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi dengan benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan dan proses kimia lainnya. Belorang dioksida pada suhu kamar berwujud gas dan berbau tajam dan tidak mudah terbakar, akan tetapi belorang trioksida dapat berwujud zat padat

dengan warna putih, sangat reaktif dan akan melebur pada suhu $16,8^{\circ}\text{C}$. Jadi pada suhu kamar SO_3 dapat berwujud cair. SO_2 di udara akan mulai tercium baunya jika konsentrasinya berkisar antara 0,3 - 1 bpj. Pada umumnya gas buangan hasil pembakaran mengandung lebih banyak gas SO_2 daripada gas SO_3 . Jadi di udara yang dominan adalah gas SO_2 .

Polutan-polutan SO_2 dan SO_3 ini berasal dari hasil pembakaran batu bara dan minyak bumi yang memang mengandung sejumlah senyawa-senyawa belerang, sedangkan sumber alami adalah dari letusan gunung berapi. Ketika kedua jenis bahan ini dibakar maka senyawa belerang yang terkandung di dalamnya mengalami reaksi, berubah menjadi senyawa SO_2 dan SO_3 . Gas ini mudah dicirikan dengan baunya yang sangat tajam dan mempunyai efek pada selaput mata dan rongga hidung. Anda dapat mencium bau SO_2 selama satu atau dua detik pada waktu menggoreskan korek api.

Walaupun sedikit sekali senyawa belerang terdapat dalam batu bara atau minyak bumi, tetapi karena bahan ini dibakar dalam jumlah yang banyak sekali, maka jumlah SO_2 yang dikeluarkan ke udara cukup besar. Sebagai contoh, suatu pembangkit listrik tenaga uap dengan kapasitas pembakaran batu bara sebanyak 50.000 ton per hari, akan mengeluarkan 300 sampai 400 ton SO_2 per hari. Badan WHO menyatakan pada tahun 1987 jumlah SO_2 di udara telah mencapai ambang batas yang ditetapkan WHO.

Beberapa logam seperti tembaga, antimon, arsen, dan besi terdapat di alam dalam bentuk senyawa-senyawa belerang atau sulfida-sulfida. Sulfida-sulfida ini biasanya diubah menjadi oksida belerang (SO_x). Pada tingkat pengolahan senyawa tersebut, akan dibebaskan belerang dalam bentuk gas SO_2 dan asap putih SO_3 . Oksida-oksida belerang yang sangat beracun ini biasanya dibuang saja ke udara melalui cerobong-cerobong asap yang amat tinggi.

Belerang dioksida di udara dapat mematikan tumbuh-tumbuhan dan dapat merusak konstruksi beton atau besi. Jika gas ini masuk ke dalam saluran pernapasan akan bereaksi dengan air di dalam jaringan paru-paru membentuk asam sulfit (HSO_3). Asam sulfit ini berbahaya bagi jaringan paru-paru yang sangat lembut itu. Dalam jumlah yang sangat kecil sekali gas SO_2 dapat menyebabkan paru-paru terbakar dan menimbulkan rasa sesak dan perasaan yang tidak enak dalam paru-paru. Konsentrasi SO_2 sebesar 0,1-0,2 ppm dapat menyebabkan asma dan paru-paru membengkak (emfisema). Akhir-akhir ini ditemukan, dalam percobaan dengan hewan, bahwa SO_2 dapat menimbulkan gangguan pada fungsi genetik. Hal ini disebabkan terjadinya mutasi yang tidak diinginkan pada generasi makhluk hidup berikutnya.

Gas SO_x bereaksi dengan uap air di udara membentuk asam sulfit atau asam sulfat. Jika asam sulfit dan asam sulfat yang ada di udara ini turun ke tanah bersama-sama dengan air hujan, terjadilah hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman dan menurunkan kesuburan tanah. Tetesan asam sulfat pada daun yang telah basah dapat menyebabkan bintik-bintik pada daun. Tumbuhan yang banyak menyerap asam sulfat dapat menyebabkan daunnya gugur. 2 sebesar 0,1-0,2 ppm dapat menyebabkan asma dan paru-paru membengkak (emfisema). Akhir-akhir ini ditemukan, dalam percobaan dengan hewan, bahwa SO_2 dapat menimbulkan gangguan pada fungsi genetik. Hal ini disebabkan terjadinya mutasi yang tidak diinginkan pada generasi makhluk hidup berikutnya.

d) **Polutan Hidrogen Sulfida (H_2S)**

Gas ini berbau seperti telur busuk dan tidak berwarna, serta mudah berubah menjadi SO_2 dalam udara. Gas ini dihasilkan oleh pembusukan protein hewan oleh bakteri secara anaerob, asap gunung berapi, dan dari industri. Gas H_2S ini di udara mudah berubah menjadi belerang dioksida (SO_2). H_2S dalam kadar yang tinggi (di atas 30 mg/m^3 udara) dapat merusak sel-sel saraf pusat. H_2S ini

dapat menyebabkan kepala pusing, mual, batuk, dan merusak paru-paru. Juga dapat menyebabkan kematian mendadak, jika kadarnya telah mencapai 900 mg/m³ udara. Nilai ambang batas (NAB) untuk H₂S adalah 2 bpj.

e) **Dioksin**

Dioksin sebagian besar berasal dari pembakaran sampah rumah tangga, sampah rumah sakit, dan sampah industri. Pembakaran sampah rumah tangga terutama sampah yang mengandung plastik dan kertas yang mengandung bahan pengawet, dan daun-daunan yang mengandung pestisida merupakan sumber utama dioksin. Industri yang menggunakan klor, seperti industri kimia, insektisida, plastik, bubur kertas, pabrik kertas, pembakaran minyak bumi dan batu bara juga menghasilkan dioksin. Dioksin dalam jumlah kecil juga terdapat dalam asap rokok.

Dioksin adalah istilah yang digunakan untuk kelompok senyawa yang mengandung klor yang membahayakan dan termasuk golongan senyawa CDD (Chlorinated dibenzo-p dioksin), CDF (Chlorinated dibenzofuran) atau PCB (Polychlorinated biphenyl). Ada ratusan senyawa yang termasuk kelompok dioksin. Salah satu senyawa yang paling beracun adalah TCDD (2,3,7,8-tetrachloro dibenzo-p-dioksin). Dioksin mempunyai struktur kimia yang sangat stabil dan bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam lemak. Karena strukturnya stabil, maka zat ini tidak mudah terurai, sehingga sangat berbahaya. Dioksin ini larut dalam lemak sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Nilai ambang batas aman bagi dioksin adalah 1-4 sepertriliun gram perberat badan.

Senyawa dioksin yang ada di udara, dalam waktu beberapa hari akan berada di tanah, di badan air dan menumpuk di tanah, di badan air, dan masuk ke dalam tubuh hewan air, termasuk ikan dan menumpuk dalam tubuh hewan tersebut. Jika ikan itu dimakan oleh manusia akan ada dalam tubuhnya. Dioksin mudah tersebar di alam melalui bantuan angin dan air.

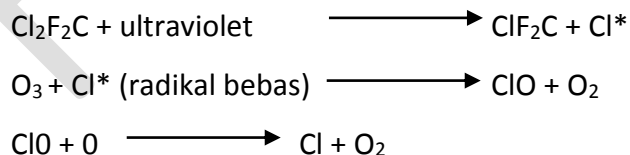
Hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa dioksin merupakan penyebab kanker, terutama kanker prostat dan kanker testis pada laki-laki, kanker payudara dan rahim pada wanita. Dioksin dapat juga menyebabkan penyakit kulit yang parah, gangguan saraf perifer, depresi, hepatitis, pembengkakan hati, gangguan sistem imunitas, dan gangguan proses pertumbuhan pada anak-anak.

f) **CFC (Chloro Fluo Carbon)**

CFC banyak digunakan untuk mengembangkan busa kasur, kursi, untuk AC, pendingin lemari es, gas pendorong (aerosol) pada botol semprot, misalnya pada 'hair spray'. Senyawa CFC lebih dikenal dengan merek dagang freon. Gas ini tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berbahaya terhadap kesehatan. Tetapi gas ini dapat merusak lapisan ozon.

Jika gas ini ada di udara, akan naik ke atas dan sampai ke lapisan stratosfir. Lapisan ozon ini terdapat di stratosfir dan berfungsi sebagai pelindung bumi dari sinar ultraviolet. Radiasi ultraviolet dapat menyebabkan kanker kulit dan mata, mutasi, dan tumbuhan menjadi kerdil. Sinar ultraviolet dapat juga menyebabkan suhu bumi menjadi naik.

Setelah sampai di lapisan ozon, CFC ini bereaksi dengan ozon, ozonnya akan terurai menjadi O_2 , sehingga lapisan ozon menjadi rusak. Reaksinya adalah sebagai berikut.



Pada saat ini kerusakan lapisan ozon ini terlihat di atas kutub selatan, berupa lubang ozon. Kerusakan ini harus dicegah supaya tidak meluas, yaitu dengan tidak menggunakan CFC. Jika tidak dicegah kerusakan ini akan sampai meluas di atas stratosfir Indonesia.

g) Partikel-partikel

Polutan udara, di samping berwujud gas, ada juga yang berbentuk partikel-partikel kecil padat dan butiran cairan yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar di udara. Pencemaran udara akibat partikel-partikel tersebut merupakan masalah di lingkungan yang perlu mendapat perhatian, terutama di daerah perkotaan. Sebagian partikel yang keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah partikel-partikel halus, sehingga dapat masuk ke jaringan paru-paru.

Karena banyaknya jenis partikel dengan sifat kimia yang berbeda, mengenai sifat kimia tidak akan diuraikan dalam makalah ini. Sifat fisik partikel yang penting yaitu ukurannya berkisar antara 0,0002 mikron sampai 500 mikron. Partikel tersebut mempunyai umur antara beberapa detik sampai beberapa bulan dalam bentuk tersuspensi di udara. Umur partikel ini dipengaruhi oleh ukuran dan banyak partikel, serta aliran udara.

d. Pencegahan terhadap Pencemaran Udara

Beberapa pencegahan terhadap pencemaran udara adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk menghindari terjadi pencemaran yang berbentuk asap hitam atau jelaga dianjurkan pabrik mengolah asap tersebut dengan cara pengendapan atau penyaringan.
- 2) Kendaraan bermotor yang sudah tua biasanya mengeluarkan gas CO lebih banyak karena perbandingan bahan bakar dan udara sudah menyimpang dari semula (alat pengaturnya sudah rusak). Oleh karena itu kendaraan bermotor ini harus diperiksa kadar CO (uji emisi) yang dikeluarkan secara periodik sebelum dinyatakan layak untuk dioperasikan. Jika tidak dinyatakan layak tidak boleh dioperasikan.
- 3) Sampah-sampah yang masih basah jangan dibakar, sebaiknya dikubur dalam tanah. Di dalam kendaraan atau dalam ruangan tidak merokok.
- 4) Di seluruh kota-kota besar dianjurkan untuk menanam pohon-pohonan karena gas CO₂ dapat digunakan oleh tumbuh-tumbuhan dalam proses fotosintesis. Di

samping itu debu-debu dapat mengendap pada daun-daun tumbuhan. Kadar yang membahayakan dari polutan-polutan ini dapat diketahui pengaruhnya pada tumbuhan. Dengan banyaknya tumbuh-tumbuhan akan mengurangi jumlah polusi udara.

- 5) Untuk mengurangi dan mencegah emisi SO_x ke udara dapat dilakukan beberapa metode berikut.
 - a) Menggunakan bahan bakar batu bara atau minyak yang mempunyai kadar sulfur rendah. Harga bahan bakar bersulfur rendah lebih mahal daripada yang bersulfur tinggi.
 - b) Mensubsitusi bahan pembakaran dengan sumber energi lain, misalnya alkohol dan energi surya.
 - c) Menghilangkan sulfur dari bahan bakar sebelum pembakaran.
 - d) Mendirikan suatu unit alat yang dapat mengubah gas SO₂ menjadi belerang bebas. Belerang bebas dapat dijual di pasaran, yang hasilnya dapat digunakan untuk biaya operasi pencegahan polusi udara tersebut.
 - e) Menghilangkan SO_x dari gas buangan industri dan knalpot kendaraan dengan cara melewatkan gas ini ke dalam larutan kalsium oksida (CaO) sehingga terbentuk CaSO₄.

e. Pencemaran Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup dan diharapkan tanah tersebut dapat memberikan kelangsungan hidup yang baik bagi makhluk hidup yang menempatnya. Dengan kemajuan teknologi dan pemakaian produknya pada saat ini menyebabkan terjadinya pencemaran tanah. Pencemaran tanah umumnya akan berakibat pula terjadinya pencemaran air.

Pencemaran tanah disebabkan antara lain sebagai berikut.

- 1) Pupuk yang digunakan secara berlebihan yang tujuannya menyuburkan tanaman malahan dapat mematikan tanaman dan hewan kecil yang ada di dalam tanah jika

digunakan berlebihan, terutama pupuk anorganik (urea, TSP, Amonium sulfat, dan KCL).

- 2) Pestisida yang digunakan untuk membunuh hewan pengganggu (hama), insektisida yang digunakan untuk membunuh serangga, fungisida untuk mematikan jamur yang masuk ke dalam tanah dan juga mematikan mikroba-mikroba pengurai di tanah, sehingga akan menyebabkan siklus zat di alam terganggu atau terputus.
- 3) Deterjen dan sabun yang digunakan berlebihan dan dibuang ke tanah dan ke air akan mengganggu kehidupan organisme di tanah atau di air tersebut, terutama deterjen yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme.
- 4) Sampah berupa plastik yang sukar hancur, botol-botol, dan kaleng-kaleng bekas, kulit bekas sepatu, karet yang sukar dan tidak bisa terurai jika dibuang ke tanah atau ditumbuk di tanah akan mengganggu kehidupan organisme di tempat tersebut. Sampah berupa kertas bekas, bagian tanaman atau hewan yang sudah mati dapat terurai, akan tetapi ini mengganggu kehidupan di tanah tersebut dan akan menimbulkan bau yang busuk.
- 5) Sampah berupa zat radioaktif yang mempunyai waktu paruh yang lama, yang dibuang ke tanah dapat mempengaruhi faktor genetis organisme yang terkena zat tersebut.

f. Pencegahan Pencemaran Air dan Tanah

Usaha-usaha yang dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan tanah adalah sebagai berikut.

- 1) Memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk tidak membuang sampah dan limbah rumah tangga ke sungai dan ke tanah yang digunakan untuk pertanian.
- 2) Pabrik harus melakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air. Untuk warga yang tinggal dekat pabrik, mengawasi pabrik-pabrik supaya mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke sungai dan melaporkan kepada petugas Amdal jika ada yang melakukan kecurangan yaitu membuang limbah pabriknya ke badan air.
- 3) Penggunaan pupuk anorganik, pestisida, herbisida, insektisida harus sesuai aturan dan tidak boleh berlebihan, serta jangan melakukan penyemprotan pupuk atau

insektisida terhadap tanaman pertanian pada waktu akan turun hujan, karena zat-zat tersebut akan dihanyutkan oleh air hujan.

- 4) Penggunaan deterjen dan sabun untuk mencuci pakaian dan perabotan jangan berlebihan. Air cucian pakaian yang sudah diencerkan dapat digunakan untuk menyiram tanaman.
- 5) Sampah-sampah organik yang berupa daun-daun, dahan-dahan tanaman dan limbah rumah tangga dapat dibuat menjadi kompos. Kompos ini dapat digunakan untuk menanam tanaman.

b. Pemanasan Global

Saat ini pemanasan global merupakan fenomena nyata yang telah menjadi keprihatinan global. Setiap negara mempunyai kepedulian sama terhadap masalah pemanasan global. Dampak pemanasan global pemanasan global dapat dirasakan baik secara langsung maupun tidak langsung, mulai dari mencairnya es, meningkatnya permukaan air laut, cuaca ekstrem yang menyebabkan gagal panen, badai salju dan badai /*superstorm Sandy* yang melanda bagian Timur Amerika, hingga banjir yang melanda Bangkok, Thailand karena naiknya permukaan air laut; dan ancaman terhadap tenggelamnya lahan padi yang tumbuh di Delta Mekong, Vietnam. Laporan ADB tahun 2012 menyebutkan bahwa suhu ekstrem menyebabkan meningkatnya pengungsian lebih dari 42 juta orang di Asia Pasifik pada tahun 2010 dan 2011, seiring dengan terjadinya peningkatan bencana alam karena dampak pemanasan global.

Pemanasan global terjadi ketika konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal sebagai gas rumah kaca (GRK), terus bertambah di udara. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai tindakan manusia yang telah memanfaatkan dan mengubah bentang alam. Saat ini pemanasan global diyakini tidak lagi sebagai sekedar isu, tetapi telah menjadi kenyataan yang memerlukan tindakan nyata. Pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim ini, diyakini telah berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan dan sektor pembangunan. Faktor penyebab pemanasan global adalah meningkatnya gas-gas rumah kaca. Diketahui bahwa 70% dari gas rumah kaca merupakan CO₂ (Jallow, dkk., 2007). Dengan melihat potensi CO₂ sebagai penyumbang terbesar dalam proses

pemanasan global, maka emisi CO₂ harus dikendalikan agar tidak terus meningkat. Hutan menjadi salah satu alat pengendalian pemanasan bumi melalui penyerapan CO₂ dalam proses fotosintesis (Ryan, 2004).

Berikut ini akan dikemukakan penyebab, proses terjadinya pemanasan global, dan tindakan yang harus kita lakukan dalam menghadapi pemanasan global.

a. Faktor Penyebab Pemanasan Global

Aktivitas manusia berperan dalam pemanasan global dengan cara menyebabkan perubahan konsentrasi gas rumah kaca (GRK). Gas Rumah kaca mempengaruhi suhu bumi dengan cara mengubah radiasi matahari yang datang dan keluar bumi, diantaranya dengan menyerap infra merah (radiasi panas) yang merupakan bagian dari keseimbangan energi Bumi. Perubahan banyaknya GRK dan partikel atmosfer ini bisa mendorong ke arah pemanasan atau pendinginan sistem iklim. Banyak dari aktivitas manusia yang menghasilkan emisi empat gas rumah kaca utama yaitu karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitro oksida (N₂O) dan halokarbon (sekelompok gas yang mengandung uorine, khlorine dan bromine). Masing-masing GRK ini mempunyai karakteristik tersendiri yang membuat pengaruhnya tidak bisa diabaikan.

Semua peningkatan GRK ini dihubungkan dengan aktivitas-aktivitas manusia sebagai berikut.

- 1) Karbon dioksida telah meningkat dari penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi, pemanasan dan pendinginan bangunan-bangunan serta produksi berbagai barang yang diperlukan manusia. Penebangan hutan melepaskan CO₂ dan mengurangi pengambilannya oleh tumbuhan. Karbon dioksida juga dilepaskan dalam proses alami seperti pembusukan tumbuhan.
- 2) Metana telah meningkat sebagai hasil aktivitas manusia yang berhubungan dengan agrikultur dan distribusi gas alam. Metana juga dihasilkan dari proses alami yang terjadi misal di lahan gambut.

- 3) Nitro oksida (N_2O) juga diemisikan dari aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk dan pembakaran bahan bakar fosil. Proses alami didalam tanah dan lautan juga melepaskan N_2O .
- 4) Peningkatan konsentrasi gas halokarbon terutama disebabkan oleh aktivitas-aktivitas manusia. Halokarbon utama meliputi chlorofluorokarbon (misal CFC-11 dan CFC-12), yang digunakan secara luas sebagai agen pendingin dan dalam proses industri yang lain sebelum kehadiran mereka di atmosfer ditemukan menyebabkan penipisan ozon di lapisan stratosfer.

Sejak akhir tahun 1980-an pemanasan global terlihat nyata dan meningkat tajam $0,3 - 0,6^\circ\text{C}$. Peningkatan suhu ini diperkirakan akan memicu juga perubahan berbagai aspek cuaca seperti pola angin, jumlah, tipe dan frekuensi hujan serta frekuensi kejadian cuaca ekstrim. Coba kamu perhatikan musim hujan dan musim kemarau sekarang ini, apakah masih mengikuti pola seperti jaman dulu

b. Proses Terjadinya Pemanasan Global

Perubahan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, penutupan lahan, serta radiasi matahari telah mengubah kesetimbangan energi di bumi dan hal ini menjadi pendorong pemanasan global. Semua itu mempengaruhi penyerapan, penyebaran dan emisi radiasi di atmosfer dan di permukaan bumi. Aktivitas-aktivitas manusia menghasilkan empat macam emisi GRK yang berumur panjang, yaitu CO_2 , metana (CH_4), nitro oksida (N_2O) dan halokarbon (suatu kelompok gas yang berisi fluorine, khlorine atau bromine).

Konsentrasi CO_2 , CH_4 dan N_2O di atmosfer global telah meningkat dengan jelas sebagai hasil aktivitas-aktivitas manusia sejak tahun 1750 atau sejak dimulainya Revolusi Industri. Konsentrasi CO_2 dan CH_4 di atmosfer pada tahun 2005 jauh melebihi konsentrasi alami CO_2 dan CH_4 yang terjadi secara alami selama 650,000 tahun terakhir. Peningkatan konsentrasi CO_2 terutama disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil. Perubahan penggunaan lahan juga memberikan kontribusi signifikan tetapi lebih kecil.

Sementara peningkatan konsentrasi CH_4 sebagian besar disebabkan oleh agrikultur dan penggunaan bahan bakar fosil. Sedangkan peningkatan konsentrasi N_2O terutama berhubungan dengan agrikultur.

Pada tahun 1850 ketika revolusi industri dimulai konsentrasi Gas Rumah Kaca (CO_2) di atmosfer sebesar 290 ppmv dan pada tahun 2000 (150 tahun kemudian) menjadi 350 ppmv. Dalam keadaan normal ketika konsentrasi GRK masih rendah, panas matahari yang masuk ke bumi sebagian akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk melakukan fotosintesis, sebagian lagi dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, dan sebagian lagi akan dipantulkan kembali oleh bumi ke luar atmosfer. Ketika konsentrasi GRK semakin tinggi, panas matahari tidak bisa lagi diteruskan ke luar atmosfer, namun dipantulkan kembali oleh GRK ke bumi, sehingga panas matahari terperangkap di atmosfer bumi dan menyebabkan meningkatnya suhu bumi.

Diperkirakan pada tahun 2100, GRK akan meningkat menjadi 580 ppmv, kondisi ini akan meningkatkan suhu di Planet Bumi sebesar 4,5 derajat C. Suhu bumi akan meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi GRK. Kondisi ini dikenal dengan istilah "Pemanasan Global". Jadi Pemanasan global adalah kejadian terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari (disebut juga gelombang panas atau gelombang inframerah) yang dipantulkan oleh gas-gas rumah kaca ke bumi.

c. Dampak Pemanasan Global terhadap Ekosistem

Pemanasan Global telah mengakibatkan peningkatan temperatur yang menyebabkan perubahan drastis dalam iklim, maka dampak utama pemanasan global adalah perubahan iklim. Perubahan iklim telah memperlihatkan dampaknya di sektor pertanian Indonesia. Dalam jangka pendek anomali iklim telah mengakibatkan bencana seperti banjir, kekeringan dan angin topan. Bencana-bencana ini telah menurunkan produksi pertanian dan tingkat kesejahteraan antara 2,5 – 18 persen per tahun. Di masa mendatang perubahan iklim diprediksi memiliki kemungkinan menyebabkan bencana yang lebih buruk.

Dampak peningkatan suhu terhadap tanaman pangan diantaranya menyebabkan peningkatan penguapan tanaman yang menurunkan produktivitas, peningkatan konsumsi air, percepatan pematangan buah/biji yang menurunkan mutu hasil, dan perkembangan beberapa organisme pengganggu tanaman. Dampak naiknya muka air laut di sektor pertanian terutama adalah pengurangan lahan pertanian di pesisir pantai, kerusakan infrastruktur pertanian, dan peningkatan salinitas yang merusak tanaman.

Pemanasan global juga merupakan suatu ancaman terhadap kesehatan masyarakat global. Banyak penyakit menular yang betul-betul dipengaruhi kondisi iklim. Penyebaran demam berdarah meningkat secara dramatis di daerah tropis dan kepadatan populasi manusia yang tinggi membantu penyebaran empat tipe virus demam berdarah ke seluruh dunia, meningkatkan jumlah strains virus secara berlipat, yang pada akhirnya meningkatkan kekuatan penyakit klinis tersebut. Pemanasan global mengakibatkan meningkatnya suhu udara mendorong peningkatan penguapan sehingga kondisi udara menjadi lebih lembab dan hangat yang cocok bagi virus.

Seperti halnya terhadap tanaman pertanian, pemanasan global juga berdampak terhadap tumbuhan di hutan, padahal hutan tropis berperan penting dalam penyimpanan karbon dan menjaga kestabilan iklim global. Secara alami, vegetasi hutan akan memfiksasi gas karbon (CO_2) melalui proses fotosintesis. Hasil dari fotosintesis ini kemudian dikonversikan tumbuhan menjadi material organik. Dengan demikian hutan adalah salah satu komponen penting dari daur karbon global. Jika hutan terganggu maka siklus CO_2 dan O_2 di atmosfer akan terganggu pula.

Sekarang mari kita kaji dampak pemanasan global terhadap kehidupan biota laut. Seperti dikemukakan sebelumnya, bahwa 70% dari gas rumah kaca adalah CO_2 . Lautan menyerap CO_2 dari atmosfer sekitar 2,2 giga ton per tahun atau 30 % dari total CO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. CO_2 yang masuk ke dalam laut selanjutnya bereaksi dengan air membentuk asam karbonat yang akan membuat laut semakin asam. Selain menurunkan pH air laut pembentukan asam karbonat juga akan

menurunkan konsentrasi ion karbonat. Padahal ion karbonat merupakan zat yang digunakan oleh puluhan spesies hewan laut untuk membentuk cangkang dan tulang (kerangka) serta karang. Jika keasaman lautan cukup tinggi, air laut menjadi korosif dan melarutkan cangkang, melemahkan pertumbuhan hewan laut dan terumbu karang beserta jutaan spesies yang bergantung padanya. Jika tekanan terhadap mereka besar, maka kemungkinan kepunahan populasi tidak dapat terhindarkan, termasuk ekosistem terumbu karang.

Mencairnya es di benua Antartika karena pemanasan global selain akan meningkatkan permukaan air laut juga akan mempengaruhi hewan-hewan yang hidup disana misalnya Beruang Laut (Walrus). Hewan ini tergantung pada daratan es yang ada di laut untuk menemukan makanan. Pinggiran es adalah satu area yang kaya akan tumbuhan dan hewan. Area paling produktif adalah air dangkal yang paling dekat dengan pantai. Beruang Laut menggunakan es untuk beristirahat dan kemudian menyelam hingga ke air dangkal untuk makan hewan atau tumbuhan yang ada disana. Ketika pinggiran es menjauh dari perairan dangkal, maka area tempat beruang laut makan menjadi sedikit.

d. Mitigasi Perubahan Iklim

Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap ancaman dan dampak pemanasan global. Perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim, kenaikan suhu udara, dan naiknya permukaan air laut merupakan dampak serius perubahan iklim yang dihadapi Indonesia. Beberapa wilayah di Indonesia sudah mengalami pergeseran musim yaitu perubahan awal dan panjangnya musim, tinggi curah hujan dan keragamannya. Diperlukan upaya mitigasi dan adaptasi di berbagai sektor dalam menghadapi pemanasan global. Mitigasi adalah kegiatan untuk mencegah atau mengurangi laju pemanasan global. Kegiatan mitigasi : meliputi kegiatan mengurangi pelepasan emisi gas rumah kaca melalui kegiatan

penanggulangan kebakaran lahan dan hutan serta pengendalian penyiapan lahan tanpa bakar. Di samping itu program mitigasi juga meliputi kegiatan penyerapan emisi melalui penanaman kembali dan rehabilitasi hutan. Tabel 2 menunjukkan beberapa pilihan teknologi dan praktek mitigasi yang tersedia secara komersial.

Tabel 3.2. Pilihan teknologi dan praktek mitigasi pemanasan global

Sektor	Pilihan Teknologi dan praktek Mitigasi yang tersedia secara komersial
Energi	efisiensi; penggantian bahan-bakar fosil; nuklir; energi terbarukan (air, matahari, angin, geothermal, dan bioenergi).
Transportasi	Kendaraan yang efisien; hybrid; biofuels; perubahan modus dari angkutan jalan raya menjadi rel dan angkutan umum; bersepeda, berjalan kaki; perencanaan tata ruang
Bangunan	Lampu hemat energi; Alat listrik dan AC hemat energi; pemanasan dan pendinginan tenaga matahari; alternatif dari gas fluorinated dalam sistem pendingin.
Industri	Alat listrik hemat energi; recovery panas dan tenaga; daur-ulang; pengendalian emisi gas-gas non-CO ₂ .
Pertanian	Pengelolaan lahan untuk meningkatkan penyimpanan karbon di tanah; restorasi lahan kritis; perbaikan teknik penanaman padi; perbaikan aplikasi pupuk nitrogen; perkebunan infus energi rendah.
Kehutanan	Reboisasi; pengelolaan hutan; pengurangan kerusakan hutan; penggunaan hasil hutan untuk bioenergi.
Limbah	Reboisasi; pengelolaan hutan; pengurangan kerusakan hutan; penggunaan hasil hutan untuk bioenergi.

Sumber : Beedlow, dkk. 2004

Mitigasi merupakan intervensi manusia dalam mengurangi sumber gas rumah kaca (GRK). Sekarang ini mitigasi jangka panjang yang harus dilakukan adalah stabilisasi

dan keseimbangan rata-rata temperatur global. Perlu ada visi bersama, pada isu pemanasan global, tidak ada satu pun solusi tunggal yang dapat mengatasinya, oleh karena itu koordinasi di tingkat internasional sangat dibutuhkan untuk memanfaatkan teknologi bersih dan efisiensi energi. Dalam mitigasi perubahan iklim, kehadiran teknologi bersih dibutuhkan untuk secara bertahap diterapkan dan disebar-luaskan oleh sektor-sektor swasta, termasuk kerjasama teknologi antar industri dan negara berkembang, serta pengembangan inovasi dan teknologi terbaru yang berkelanjutan sangatlah diperlukan.

e. Adaptasi Perubahan Iklim

Adaptasi adalah kegiatan dalam rangkaantisipasi berbagai kemungkinan bahaya yang akan ditimbulkan akibat perubahan iklim. Kegiatan adaptasi misalnya berupa kegiatan identifikasi kawasan hutan rawan bencana, rawan banjir dan tanah longsor, serta rawan kerusakan. Kegiatan adaptasi juga bisa berupa perubahan orientasi pemanfaatan hasil hutan kayu menjadi hasil hutan non-kayu. Berikut ini dikemukakan beberapa contoh adaptasi.

Tabel 3.3. Contoh adaptasi sektor sumber daya air

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi kebocoran pipa • penghematan pemakaian air • desalinisasi air laut • Konservasi dan rehabilitasi hutan di daerah tangkapan air • Regulasi pembayaran jasa lingkungan
2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none"> • Prakiraan dan peringatan dini terhadap banjir <ul style="list-style-type: none"> • relokasi aset yang rentan • Meninggikan jalan • Meninggikan halaman rumah

3.	Badai	<ul style="list-style-type: none"> • Prakiraan dan peringatan dini terhadap badai • Monitoring perilaku gelombang dan pergeseran garis pantai
----	-------	---

Tabel 3.4. Contoh adaptasi sektor pertanian

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none"> • pengembangan varietas baru yang tahan terhadap kekeringan • irigasi • pertanian hidroponik • <i>water harvesting</i> (pemanen air ketika musim hujan) • Pengembangan ekonomi masyarakat
2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none"> • memperbaiki drainase • membuat sumur resapan • membuat biopori • pengembangan tanaman tahan air
3.	Badai	<ul style="list-style-type: none"> • pengembangan tanaman tahan angin

Tabel 3.5. Contoh adaptasi sektor kesehatan

No.	Dampak	Adaptasi
1.	Kekeringan	<ul style="list-style-type: none"> • penyediaan gudang penyimpanan beras • penyediaan fasilitas air bersih dan sanitasi

2.	Banjir	<ul style="list-style-type: none"> • sistem peringatan dini • manajemen kesiapan bencana • bantuan terhadap korban bencana yang efektif • penyediaan obat-obatan
3.	Penyakit akibat nyamuk	<ul style="list-style-type: none"> • penggunaan kelambu

Adaptasi perubahan iklim dapat dilakukan oleh semua pihak, termasuk kita sebagai individu. Langkah yang harus kita lakukan adalah berusaha berubah menjadi orang yang ramah lingkungan. Artinya dalam setiap tindakan, kita akan berhitung apakah yang kita lakukan itu membantu melestarikan lingkungan ataukah malah merusak lingkungan. Berikut ini berbagai tindakan yang dapat kita lakukan sebagai individu untuk berkontribusi dalam menahan atau mengurangi laju perubahan iklim:

- 1) Berjalan kaki atau menggunakan sepeda untuk pergi ke tempat yang masih bisa dijangkau dengan berjalan kaki, atau menggunakan angkutan umum jika harus pergi ke tempat yang cukup jauh.
- 2) Tidak menggunakan AC di rumah, tapi cukup menggunakan kipas tangan jika kepanasan.
- 3) Menghemat air, listrik, kertas, dan berbagai sumber daya lainnya.
- 4) Memelihara tanaman di rumah atau sekolah.
- 5) Tas belanja: setiap tahun sekitar 1.000.000 makhluk laut mati akibat memakan kantong dan sampah plastik yang di buang ke laut. Membawa tas sendiri saat berbelanja, dan tidak menerima kantong plastik dapat mencegah emisi karbondioksida sebanyak 25 kg.
- 6) Air: lebih baik menggunakan shower dengan aliran rendah, di bandingkan dengan berendam air panas.
- 7) Sampah basah: hampir 1/3 dari limbah rumah tangga adalah sampah dapur dan halaman. Kurangi jumlah ini dengan memanfaatkan sampah organik untuk dijadikan kompos.

- 8) Produk lokal: membeli produk impor berarti menyumbang karbondioksida, yang di keluarkan oleh pesawat atau kapal yang mengantar barang tersebut.
- 9) Daur ulang kaleng: sehabis menggunakan kaleng-kaleng makanan atau minuman, jangan langsung dibuang di tempat sampah. Mendaur ulang kaleng bekas dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga hampir 95% dibandingkan jika aluminium di buat dari bahan mentah.
- 10) Daur ulang botol: satu botol minuman kaca, dapat menghemat energi dan mencegah lepasnya 0,5 kg karbondioksida ke udara.
- 11) Kertas daur ulang: setiap ton kertas yang di daur ulang dapat menyelamatkan 15 pohon ukuran sedang, berikut habitat di sekitarnya. Mendaur ulang setengah dari sampah kertas yang kamu buang setiap hari dapat mencegah 1200 kg karbondioksida per tahun.
- 12) AC mobil: mematikan AC dan membuka kaca jendela, belum tentu lebih hemat. Jika mobil dengan kaca terbuka berlari kencang, udara masuk akan menghambat laju kendaraan, akibatnya akan memboroskan bahan bakar. Lebih baik turunkan suhunya hingga 2 derajat celcius.
- 13) Air panas: setiap cangkir air yang dipanaskan, sama dengan 25 cangkir karbondioksida yang di lepas ke udara. Dengan merebus air secukupnya, dalam setahun kamu akan mengurangi karbondioksida sebanyak 420 kg.
- 14) Ban mobil: jika tekanan udara dalam ban mobil kurang dari normal, maka penggunaan bahan bakar akan meningkat sebanyak 5%.
- 15) Lemari pendingin: jika lemari pendingin di rumah sudah berusia 10 tahun, maka waktunya untuk mengganti yang baru. Dengan mengganti lemari es, Anda menghemat energi untuk menyalakan lampu di rumah selama kurang lebih 3 bulan, dan mencegah karbondioksida hingga 140 kg serta mengurangi tagihan listrik.
- 16) Lampu: untuk menghemat energi, nyalakan lampu seperlunya saja. Artinya matikan lampu yang tidak digunakan. Anda telah mengurangi emisi karbon dioksida 370 kg per tahun.

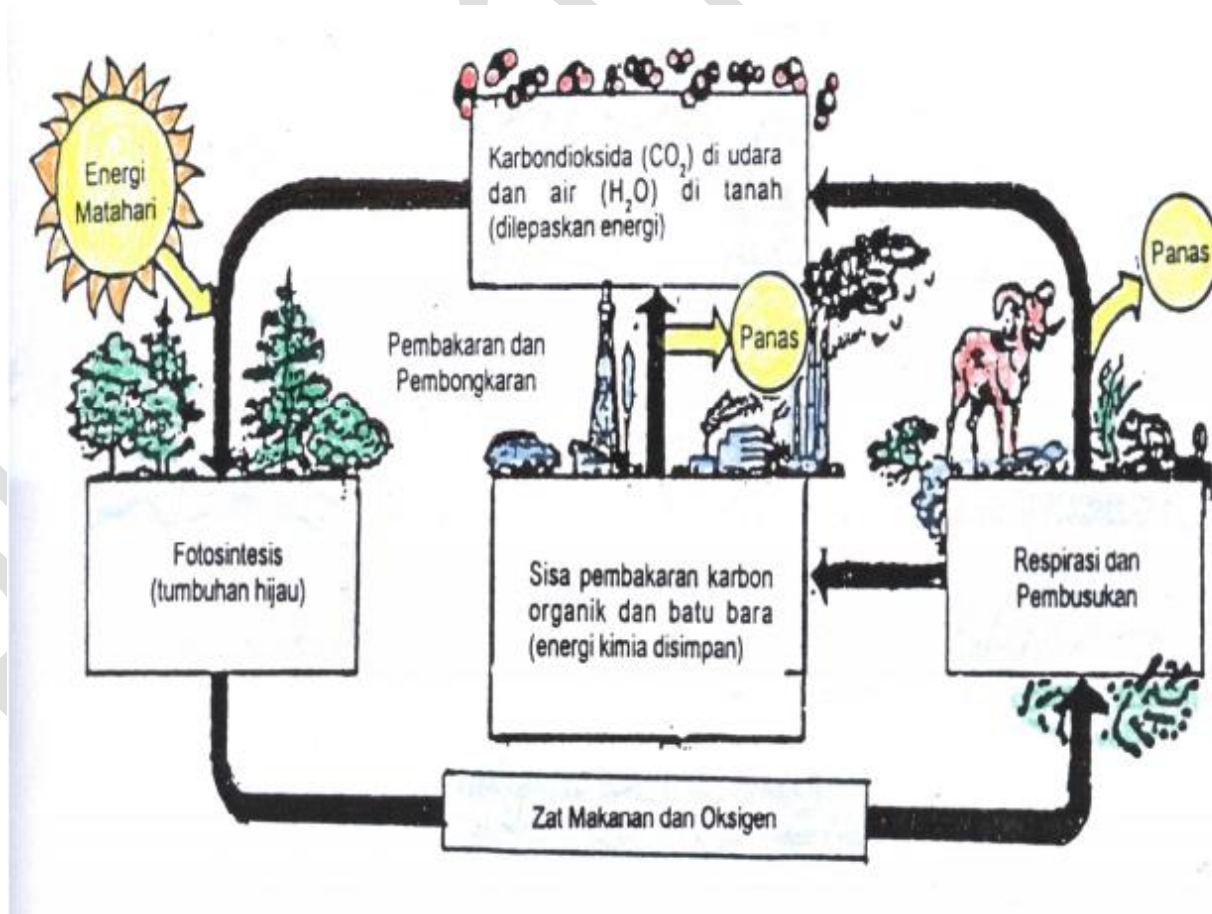
- 17)Kabel: mencabut kabel alat-alat elektronik yang tidak diperlukan, emisi berkurang sebanyak 30 kg per tahun.
- 18)Cuci baju: mesin cuci yang terisi maksimal atau penuh sesuai batasnya, menggunakan lebih sedikit air di bandingkan dua kali mencuci setengah penuh. Mesin cuci yang bekerja secara efisien dapat menghemat 1.500 liter air per tahun.
- 19) Mengeringkan baju: jika setelah dicuci, pakaian di jemur di bawah sinar matahari, akan menghemat karbondioksida sebanyak 1,5 kg dibanding jika menggunakan mesin pengering.
- 20)Tanam pohon: setiap tahun pohon-pohon di hutan dapat menyerap sebanyak 7 milyar ton karbondioksida. Jadi tanamlah pohon Anda

5. Ekosistem

Keseimbangan suatu ekosistem akan terjadi, bila komponen-komponennya dalam jumlah yang berimbang. Komponen-komponen ekosistem mencakup : Faktor Abiotik, Produsen, Konsumen, Detritivora, dan Dekomposer (Pengurai). Di antara komponen-komponen ekosistem terjadi interaksi, saling membutuhkan dan saling memberikan apa yang menjadi sumber penghidupannya. Kita tidak dapat menyangkalnya, bahwa penyokong kehidupan di dunia adalah diciptakannya oleh Allah mula-mula faktor abiotik yang menyokong kehidupan tumbuh-tumbuhan sebagai produsen; kemudian tumbuh-tumbuhan menjadi penyokong kehidupan organisme lainnya (binatang dan manusia) sebagai konsumen maupun detritivora, dan akhirnya dekomposer (bakteri dan jamur) mengembalikan unsur-unsur pembentuk makhluk hidup kembali ke alam lagi menjadi faktor-faktor abiotik; demikian seterusnya terjadilah daur ulang materi dan aliran energi di alam secara seimbang. Sumber energi untuk kehidupan di bumi adalah energi matahari, kemudian diikat dan digunakan oleh tumbuhan untuk mensintesis zat-zat anorganik sederhana menjadi zat-zat organik yang mengandung energi. Kandungan materi dan energi dari tumbuhan tersebut dipindahkan ke hewan atau manusia melalui proses rantai makanan dan jaring-jaring

kehidupan, yang akhirnya materi dan energi kembali beredar lagi ke alam melalui proses pembusukan/perombakan yang dilakukan oleh dekomposer/pengurai.

Adanya saling ketergantungan antara faktor abiotik dengan faktor biotik, dan hubungan antarkomponen di dalam faktor biotik sendiri, menunjukkan bahwa kehidupan manusia bergantung kepada kehidupan makhluk lainnya maupun kehidupan antar manusia sendiri. Pelajaran ini memberikan petunjuk bahwa manusia tidak bisa menyombongkan diri atau tidak merasa butuh terhadap lainnya, apalagi manusia sebagai insane sosial sehingga tidak sepatutnya manusia yang satu membunuh manusia lainnya. Sebagai manusia adalah tidak berhak mencabut hak orang lain, kecuali kehendak dari Allah.



BAGAN/GAMBAR : Contoh saling ketergantungan antara faktor abiotik dan biotik, yang menentukan keseimbangan suatu ekosistem dan menentukan daur ulang materi dan aliran energi.

Taman kota yang menyediakan oksigen bagi lingkungan perkotaan dan menyerap karbondioksida dari pernapasan ribuan manusia yang berbelanja, berjualan, berekreasi, dan sebagai pekerja lainnya, adalah selayaknya dijaga kelestariannya dan tidak layak dirusak atau dipetik bunganya oleh para jejak sebagai tanda cinta kepada kekasihnya. Beranekaragam tumbuhan yang menyusun taman kota memberikan dampak positif bagi lingkungan kehidupan kota itu maupun lingkungan lainnya. Belakangan ini diketahui bahwa berbagai tanaman hias dapat menyerap racun yang ada di udara, air, maupun di tanah, seperti tanaman hanjuang (Cordylin), rumput krimonil (Alternanthera variegata), balancing, Marantha, Chlorophytum, palem kuning dll. Sungguh indah dan sangat bermanfaat dari tumbuhan-tumbuhan seperti itu untuk taman rumah, taman sekolah, dan taman pabrik. Secara filosofi makna sebuah taman sangat penting bagi kehidupan, baik ditinjau secara kemanfaatannya untuk kebutuhan hidup, sumber inspirasi, ketenangan jiwa atau hidup, maupun pelajaran yang terdapat pada setiap jenis tanamannya dapat membangkitkan nilai-nilai praktis, intelektual, sosial, pendidikan, dan nilai religi. Tumbuhan sebagai komponen produsen dalam ekosistem menjamin kehidupan bagi organisme lainnya, dan juga komponen ekosistem lainnya. Sekali ekosistem rusak, maka sulit untuk mengembalikan kepada kondisi asalnya yang seimbang. Sampai sekarang menunjukkan bahwa hanya planet bumi yang layak dihuni oleh manusia dan makhluk hidup lainnya yang dikenal sehari-hari, mengapa kita tidak menjaganya?

Adapun perbedaan dan status berbagai komponen dan unsur-unsurnya dalam suatu ekosistem dapat dilihat sebagai BDK berikut :

EKOSISTEM

Lingkungan yang komponennya terdiri atas faktor tidak (a-) hidup (bios)

Komponen Abiotik

Cahaya, air, udara, tanah, dll

Lingkungan yang komponennya terdiri atas semua makhluk hidup (bios) yang menghuni di tempat itu

Komponen Biotik

Tidak dapat berfotosintesis hanya dapat menggunakan zat makanan yang tersedia

Dapat berfotosintesis karena ia memiliki klorofil (zat hijau daun)

Berperan sebagai pemakan organisme lainnya

Berperan sebagai pengurai jasad mati

Menghasilkan zat makanan dan oksigen dari zat anorganik

Pemakan sisa jasad mati

Pemakan jasad segar

Dekomposer (Pengurai)

Bakteri, jamur

Produsen

Tumbuhan hijau, ganggang

Detritivor

Cacing, teripang

Konsumen

Pemakan (vavore) sejenis

Pemakan segala (omnis); memakan tumbuhan dan hewan lainnya

Hanya memakan tumbuhan (herba)

Hanya memakan daging hewan (caros)

Hanya memiliki gigi geraham

Hanya memiliki gigi taring

Giginya ada 3 macam (seri, taring, geraham) kecuali bangsa ayam

Herbivora

Domba, sapi

Karnivora

Harimau, anjing

Omnivora

Manusia, ayam

BDK : Komponen- komponen dalam Ekosistem

Keterlibatan manusia dalam mempengaruhi suatu Ekosistem dengan kemajuan ilmu dan teknologi yang tak terkendali bisa menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem itu. Ketidakbijaksanaan manusia melibatkan diri dalam kancah kehidupan suatu ekosistem menimbulkan berbagai bencana alam, seperti : pencemaran lingkungan, kebocoran lapisan ozon yang mengakibatkan kenaikan panas global bumi, erosi dan ladang kritis/tandus, dan berbagai kerugian yang menimpa kehidupan

manusia sendiri, karena semakin berkurangnya sumber daya alam dan menurunnya kualitas lingkungan.

Faktor abiotik sangat menentukan dalam sebaran dan kepadatan organisme dalam suatu daerah. Hal ini berkaitan erat dengan masalah adaptasi dan suksesi organisme terhadap faktor-faktor lingkungannya. Adaptasi adalah suatu kemampuan makhluk hidup menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungannya; bisa melalui adaptasi morfologi, fisiologi dan adaptasi perilaku dari organisme yang berada dalam lingkungan yang ditempatinya.

Adaptasi : (L. adaptare = menyesuaikan kepada, mencocokkan diri) Suatu proses menyesuaikan diri organisme terhadap lingkungannya, mencakup tiga jenis, yaitu:

a. Adaptasi Morfologis

Suatu jenis adaptasi menyangkut perubahan bentuk struktur tubuhnya disesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Misalnya: Ikan bergerak dengan sirip, karena alat gerak yang cocok untuk hidup perairan adalah sirip, sedangkan hewan yang hidupnya di darat bergerak dengan kaki-kakinya. Pada golongan tumbuhan yang hidupnya di rawa pantai, ia memiliki buah/biji yang sudah berakar sebelum jatuh ke lumpur pantai agar dapat terus tumbuh di lingkungan tersebut, seperti golongan *Rhizophora* (tumbuhan bakau).

b. Adaptasi Fisiologis

Suatu jenis adaptasi menyangkut perubahan kerja faal organ tubuh disesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Misalnya, golongan *Amphibia* semasa larva yang hidup di air bernapas dengan insang, sedangkan setelah dewasa hidup di darat bernapas dengan paru-paru. Pada tumbuhan adaptasi fisiologi ditunjukkan oleh luas permukaan daun-daunnya sehubungan dengan lingkungan hidupnya, seperti: tumbuhan serofit (hidup di gurun/ daerah kering, seperti kaktus) memiliki daun-daunnya serupa duri atau sempit saja, sedangkan tumbuhan hidrofit (hidup di air, seperti eceng gondok) memiliki

daun-daunnya berukuran lebar-lebar dan batangnya berongga untuk mengimbangi kadar air tubuhnya dengan masalah penguapan yang terjadi.

c. Adaptasi Perilaku

Suatu jenis penyesuaian diri pada makhluk hidup yang ditunjukkan oleh perilakunya disebabkan oleh factor lingkungan. Contohnya, perubahan warna tubuh bunglon terhadap warna lingkungan di mana ia berada; bunglon berwarna hijau, jika berada di daun-daunan, dan ia berwarna hitam keabu-abuan jika berada di tanah. Contoh lainnya, lumba-lumba memiliki kebiasaan meloncat-loncat di atas permukaan air untuk menghirup udara, karena bernapas menggunakan paru-paru.

a. Hubungan Faktor Abiotik dengan Abiotik

Dalam Al-Quran Surat As-Sajadah ayat 27 tersebut di sebutkan bahwa air mempengaruhi keadaan tanah menjadi subur atau tandus. Tanah menjadi subur apabila terdapat cukup air yang berguna untuk menumbuhkan berbagai tumbuh-tumbuhan, yang mendukung kehidupan suatu organisme lainnya (hewan dan manusia). Keadaan curah hujan adalah menentukan kesuburan suatu lahan pertanian di dunia, air sebagai sumber kehidupan dapat kita kenali diberbagai daerah di dunia, seperti:

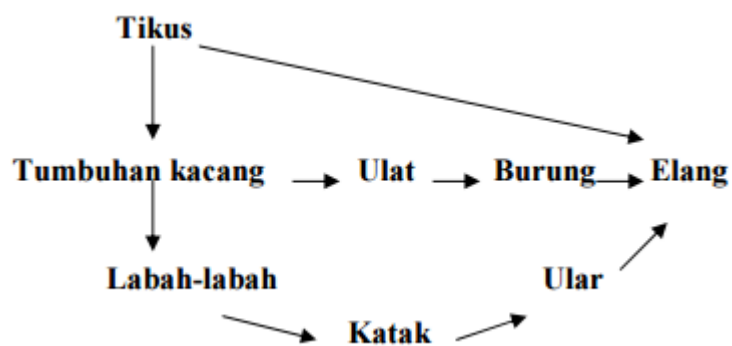
- 1) Gurun : daerah yang sangat sedikit curah hujannya, sangat sedikit bentuk-bentuk kehidupan organismenya. Tumbuhan yang bisa tumbuh di daerah ini secara alami adalah jenis kaktus dengan bentuk daunnya yang rudimenter dan batangnya berklorofil.
- 2) Hutan Tropis: daerah yang sangat tinggi curah hujannya; di sini sangat banyak ditemukan keanekaragaman tumbuhan yang berdaun lebar guna mengimbangi kadar air tubuhnya.

Air sebagai sumber kehidupan di planet bumi atau planet lain disebutkan dalam berbagai surat Al-Quran lainnya, seperti: Ar- Rum (30): 24, Lukman (31): 10, Faathir (35): 27, dan lain-lain. Tubuh makhluk hidup sebagian besar komposisinya adalah air.

Peranan air bagi kehidupan sangat banyak dari mulai sebagai sumber kehidupan sampai kepada keperluan kegiatan sehari-hari seperti untuk minum, mandi, mencuci, dan sebagainya. Bagi tumbuhan air diperlukan untuk kegiatan fotosintesis, alat pengangkutan zat, dan kegiatan metabolisme tubuhnya.

b. Hubungan Faktor Biotik dengan Biotik

Kehidupan suatu organisme tidak bisa sendiri-sendiri, tetapi bergantung kepada organisme lainnya, baik untuk kepentingan sumber-sumber penghidupannya atau makanan, perkembangbiakan, maupun sebagai habitat (tempat tinggal). Untuk mendapatkan sumber-sumber penghidupan tersebut, terjadilah interaksi antara organisme yang satu dengan organisme lainnya melalui apa yang disebut "Rantai Makanan" dan "Jaring-Jaring Makanan" di alam, sehingga makhluk hidup bisa mempertahankan kehidupan dan penghidupannya di bumi. Al-Quran Surat As-Sajadah ayat 27 itupun menggambarkan adanya Rantai Makanan. Contohnya: Tumbuhan kacang Ulat Burung Elang Adapun Jaring-Jaring Makanan, yaitu perluasan dari Rantai Makanan, yang setiap matarantainya bisa bercabang-cabang dan berhubungan satu sama lain hingga membentuk seperti bangun jaring yang memperlihatkan proses makan di antara organisme di alam. Misalnya, dari Rantai Makanan di atas dapat dibuat Jaring-Jaring Makanan secara sederhana sebagai berikut:



Bagan : Jaring-Jaring Kehidupan sederhana di Alam.

Bentuk hubungan suatu organisme dengan organisme lain yang lebih kompleks dicontohkan dalam kehidupan lebah, yaitu:

Kehidupan lebah merupakan contoh kehidupan organisme yang tidak merusak lingkungan dan bersifat menguntungkan kepada lainnya. Dalam mencari makan ia tidak memakan makanan yang kotor, tetapi makanan yang bersih (halal). Demikian pula ia mendatangi bunga yang satu ke bunga lainnya adalah tidak merusak ranting-ranting tumbuhan yang dihindarinya. Selanjutnya kehidupan lebah bersifat menguntungkan atau berguna bagi lainnya, karena ia dapat membantu penyerbukan bunga-bunga tumbuhan dan menghasilkan madu yang sangat penting bagi dunia kesehatan atau pengobatan suatu penyakit, dan dikenal sebagai penghasil royal jelly. Tetapi bila lebah ini diganggunya, maka ia tidak segan-segan akan mengejanya dan membalasnya dengan sengatan yang pedih.

c. Hubungan Faktor Abiotik dengan Biotik

Dalam uraian di atas sudah dikemukakan bahwa air sebagai sumber kehidupan, karena adanya air dapat menyuburkan suatu lahan pertanian untuk menumbuhkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang berguna bagi bahan makanan hewan maupun manusia. Bagian di permukaan bumi yang bisa didiami oleh makhluk hidup atau adanya kehidupan suatu organisme disebut Biosfer. Daerah-daerah tertentu yang memperlihatkan dominasi populasi atau komunitas tertentu disebut Bioma, seperti daerah tundra, stepa, savana, taiga, gurun, hutan tropis, dan sebagainya.

Adapun lingkungan abiotik yang cocok bagi adaptasi dan suksesi suatu organisme disebut Habitat, dan habitat khusus bagi suatu populasi disebut Niche atau Nicchia. Populasi yang sama dapat menempati satu Niche, tetapi populasi yang berbeda tidak bisa menempati satu Niche, karena akan menimbulkan persaingan hidup.

Pada uraian di atas ditunjukkan bahwa faktor abiotik merupakan penyokong kehidupan makhluk hidup, dimulai dari tumbuhan sebagai Produsen, kemudian hewan manusia sebagai Konsumen, maupun organisme lainnya yang berfungsi sebagai Detritivora dan Dekomposer/Pengurai. Tumbuh-tumbuhan sebagai Produsen

tampaknya merupakan jenis makanan yang pertama ada untuk jenis organisme lainnya, termasuk oleh manusia.

Hubungan faktor Biotik dengan Biotik terjadi, karena pada dasarnya setiap organisme tidak bisa hidup sendiri, tetapi bergantung kepada lainnya. Adanya ketergantungan antar organisme ini disebabkan oleh kebutuhan hidup, seperti mendapatkan makanan, perkembangbiakannya, tempat tinggal (habitat), dsb.

Sumber:

http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/195305221980021-SUROSO_ADI_YUDIANTO/Modul/MODUL_4_EKOSISTEM.pdf

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XVII

SIFAT BAHAN DAN PEMANFAATANNYA



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

BAB XVII

SIFAT BAHAN

DAN PEMANFAATANNYA

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mendeskripsikan keterkaitan sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta pengaruh pemanfaatan bahan tertentu terhadap kesehatan manusia.

A. Atom, Ion dan Molekul

Atom adalah partikel terkecil dari suatu unsur yang memiliki sifat yang sama dengan unsurnya. Atom tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Atom tidak mungkin dipecah lagi lebih lanjut dengan tetap mempertahankan sifat unsurnya. Contoh atom unsur emas tidak dapat dipecah lebih lanjut dan setiap atom memiliki sifat emas.

Atom memiliki inti yang dikelilingi oleh electron yang berada pada kulit atom. Elektron adalah partikel yang bermuatan negative. Inti atom mengandung neutron yang tidak bermuatan dan proton yang bermuatan positif. Contoh atom natrium dengan nomor atom 11 dan massa atom 23, dapat dilambangkan menjadi ${}_{11}\text{Na}^{23}$. Nomor atom menyatakan jumlah proton dan electron suatu atom dalam keadaan netral, sedangkan neutron menyatakan jumlah proton dan neutron. Jadi, atom Na dengan nomor atom 11 berarti bahwa atom Na memiliki jumlah proton dalam inti sebanyak 11, dan jumlah electron pada kulit atom sebanyak 11. Massa atom Natrium sebesar 23 menunjukkan bahwa atom natrium memiliki proton 11 dan neutron sebanyak 12.

Atom dapat melepaskan electron pada kulit terluarnya membentuk ion positif, yang disebut kation. Atom juga dapat menerima electron dari atom lain membentuk ion negative

yang disebut dengan anion. Contoh atom $_{11}\text{Na}$ melepaskan 1 elektron pada kulit terluarnya membentuk ion Na^+ . Atom $_{9}\text{F}$ menerima 1 elektron dari atom lain membentuk ion F^- .

Atom dapat bergabung dengan atom lain yang sejenis atau tidak sejenis melalui ikatan kimia membentuk molekul. Molekul yang terbentuk dari atom-atom sejenis disebut molekul unsur, contoh molekul hidrogen (H_2), oksigen (O_2), molekul dari unsur-unsur golongan 7A (F_2 , Cl_2 , Br_2 , dan I_2), serta ozon (O_3). Molekul yang terbentuk dari atom yang tidak sejenis disebut molekul senyawa, contoh karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), hidrogen klorida (HCl), air (H_2O), dan amonia (NH_3).

Molekul tidak terlihat dengan mata telanjang. Tidak seperti atom, molekul dapat dibagi menjadi atom individual. Air tersusun dari sejumlah molekul air. Setiap molekul air terbentuk dari satu atom oksigen dan dua atom hidrogen. Jadi satu molekul air dapat dibagi lagi menjadi atom oksigen dan hidrogen. Tetapi atom-atom ini tidak dapat dibagi lagi. Dalam suatu molekul, atom terikat bersama melalui ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga.

B. Sifat Bahan dan Pemanfaatannya

Dalam kehidupan sehari-hari, kita menggunakan berbagai macam alat. Alat-alat yang kita pakai itu terbuat dari berbagai macam bahan yang berbeda-beda. Bahan tersebut ada yang termasuk bahan alami dan termasuk bahan sintetis. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat alat tersebut diantaranya: bahan serat, bahan karet, bahan tanah liat dan keramik, bahan gelas dan bahan kayu.

1. Bahan serat

Bahan serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Istilah serat sering dikaitkan dengan sayur-sayuran, buah-buahan, dan tekstil. Sayuran dan buah-buahan merupakan makanan berserat tinggi sangat baik bagi sistem pencernaan makanan. Serat juga digunakan sebagai bahan baku



Gambar 17.2. Serat kapas
Sumber: <http://riraclothing.com>

tekstil (bahan pembuat pakaian). Berdasarkan asal bahan penyusunnya serat dikelompokkan menjadi dua yaitu serat alami (polimer alami) dan serat sintetis (polimer sintetis).

a. Serat alami (Polimer alami)

Bahan Serat alami diperoleh dari tumbuhan, hewan, dan mineral. Serat tumbuhan



Gambar 17.1 Macam-macam serat alami
Sumber: pustakamateri.web.id

diperoleh dari selulosa tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, rami, dan jute. Contoh tekstil dari selulosa adalah katun dan linen.

1) Serat Kapas

Berasal dari tanaman kapas, dan lebih dikenal dengan nama jenis kain katun. Serat kapas sangat penting di industri tekstil karena bahan nya mudah didapat, sangat kuat. Sifat kapas yg kurang kenyal yang menyebabkan kapas mudah kusut. Kapas itu dipintal dan kemudian menjadi benang, akhirnya ditenun menjadi kain. industri tekstil banyak mengandalkan kapas menjadi bahan utama.

2) Serat Kapuk

Kapuk adalah serat seperti bulu putih yang diperoleh dari kapsul biji tanaman dan pohon yang disebut *Ceiba pentandra* yang tumbuh di Jawa dan Sumatra (Indonesia), Meksiko, Amerika Tengah dan Karibia, Amerika Selatan bagian Utara dan Afrika Barat tropis.



Gambar 17.3. Serat kapuk
Sumber: <http://riraclothing.com>

3) Serat Rami

Serat rami diperoleh dari batang tanaman boehmeria nivea. Rami berkembang di Indonesia sudah sejak masa penjajahan belanda. Serat rami juga telah digunakan sebagai pembungkus mumi dari 5000 tahun SM. Di jepang serat tami digunakan sebagai bahan

pembuat kimono. Serat rami tahan bakteri maupun jamur. Ciri fisik serat rami adalah warnanya yang putih dan berkilau serta tidak mudah berubah warna. Serat rami sangat digemari oleh perancang karena teksturnya yang nyaman dan baik digunakan untuk busana apapun.



Gambar 17.4 Serat Rami



Gambar 17.5. Serat jute
Sumber: <http://riracllothing.com>

4) Serat Jute

Serat jute berasal dari afrika dan telah digunakan sejak jaman mesir. Penanaman jute



Gambar 17.6. Contoh kain katun
Sumber: <http://bahankain.com>

berkembang ke asia terutama ke India dan Pakistan. Serat jute berasal dari kulit batang tanaman *Corchorus capsularis* dan *Corchorus olitorius*. Ciri fisik dari serat jute adalah memiliki kekuatan serta berkilau sedangkan permukaannya terasa kasar. Jute dapat ditanam didaerah tropis maupun subtropis dengan kondisi cuaca yang hangat dan lembab kadang tumbuh baik dipinggiran sungai. Serat jute

biasa digunakan untuk pelapis permadani dan pembuatan karung.

Contoh tekstil dari selulosa diantaranya katun dan linen.

1) Katun

Katun merupakan suatu bahan yang tidak tetap, sehingga sulit untuk diketahui sifat penampilanya. Kain katun adalah yang paling murah dari bahan serat alami lainnya. Dahulu ada suatu pemikiran bagi pabrik-pabrik tekstil untuk mencampur bahan katun dengan

poliester, hal itu akan memberikan suatu bahan yang memiliki tampilan serupa katun dengan perbaikan daya lentingnya. Karena ada kandungan sintetisnya, maka akan berpengaruh juga terhadap pemilihan jenis benang jahit, serta temperatur setrika, dan tentu saja cara pemeliharaan/pencuciannya.



Gambar 17.7. Contoh kain linen
Sumber: <http://bahankain.com>

Kain katun memiliki sifat-sifat menguntungkan adalah sifat yang kuat dalam keadaan basah bertambah 25%, dapat menyerap air (higroskopis), tahan panas setrika tinggi, dan tahan obat-obat kelantang. Disamping sifatnya yang menguntungkan di atas terdapat sifat yang kurang menguntungkan yaitu katun tidak tahan terhadap asam mineral dan asam organik (walaupun asam organik sering digunakan untuk memperindah tenunan), katun kurang kenyal yang menyebabkan mudah kusut, dan katun dapat susut saat dicuci, kain katun harus disimpan dalam keadaan kering atau di tempat yang tidak lembab.

2) Kain linen

Kain linen adalah kain yang terbuat dari serat alami. Serat linen terbuat dari serat tumbuhan rami. Saat ini kain linen sedang naik daun karena kain ini memiliki sifat yang tahan terhadap bakteri dan jamur. Jika dilihat dari sejarahnya, kain linen memiliki sejarah yang sangat panjang. Kain dari *serat linen* ini merupakan awal mula manusia membuat kain. Serat linen juga merupakan serat kain tertua, dibuat setidaknya 6.000 tahun yang lalu di Mesir Kuno dan Mesopotamia. Kain linen memiliki ciri-ciri terlihat kaku dan cenderung kain tebal. Meskipun terlihat kaku, jika digunakan kain linen ini terasa halus. Kain linen tidak memiliki sifat elastis jadi mesti direntangkan tetap saja tidak akan melar. Kain linen sering digunakan sebagai pakaian, kain seprai, serbet, tirai, taplak meja, handuk, kertas, perisai, dan lain sebagainya.

Serat hewan berupa serat protein dapat diperoleh dari rambut domba, benang jala yang dihasilkan oleh laba-laba, dan kepompong ulat sutera. Serat protein dapat berbentuk staple atau filamen. Serat protein berbentuk stapel berasal dari rambut hewan berupa domba,

alpaca, unta, cashmer, mohair, kelinci, dan vicuna. Contoh tekstil dari serat protein yaitu wol dan sutera.

1) Serat Wol

Baju wol jika dipakai terasa hangat dan dapat digunakan untuk baju anak. Dikatakan suatu bahan konduktor yang jelek, wol bersifat hidroskopis. Tetapi serat tersebut juga melepaskan uap air secara perlahan-lahan, sewaktu wol melepaskan uap air akan menimbulkan panas pada bahan tekstil. Wol tahan kusut dan bersifat dapat menahan lipatan, misalnya karena penyetrikaan. Wol dan serat-serat yang sejenis merupakan serat-serat alam yang dapat (*felting*) menggumpal, apabila dikerjakan dalam larutan sabun bersuhu panas.

2) Serat sutera

Serat sutera berbentuk filamen, dihasilkan oleh larva ulat sutera waktu membentuk kepompong. Sutra dapat digunakan untuk busana pesta anak, yang sering digunakan adalah sutra campuran dengan serat sintetis.



Gambar 17.8 Serat sutera

Sumber: <http://riraclothing.com>

Serat sutera mempunyai ciri-ciri berkilau, sangat bagus dan lembut, tidak mudah kusut, sangat halus, kekuatannya tinggi, dan kurang tahan terhadap sinar matahari. Mempunyai daya serap cukup tinggi, tidak mudah berjamur, sukar terbakar, cepat padam, berbau seperti rambut terbakar, bekas pembakaran berbentuk abu hitam, bulat, dan mudah dihancurkan.

Serat mineral, umumnya dibuat dari mineral asbestos. Saat ini asbestos adalah satu-satunya mineral yang secara alami terdapat dalam bentuk serat panjang.



Gambar 17.9. Serat wol

Sumber: www.radioaustralia.net.au

b. Serat sintesis (Polimer sintesis)

Serat sintetis merupakan serat yang dibuat oleh manusia, bahan dasarnya tidak tersedia secara langsung dari alam. Contoh kain yang terbuat dari serat sintetis adalah rayon, polyester, nilon, dll.

1) Rayon

Rayon merupakan serat buatan yang paling awal dibuat, memiliki faktor yang terpenting untuk keberhasilan pemasaran serat rayon adalah harga yang murah dan dapat dipergunakan untuk membuat kain yang bagus dengan warna menyerupai wol, sutera ataupun linen. Serat rayon pertama kali dibuat untuk membuat kain pakaian jenis krep atau menyerupai linen. Serat rayon ada bermacam-macam yaitu serat rayon viskos, serat rayon kupramonium, serat rayon modulus, serat rayon kekuatan tinggi, serat polynosic. Jenis serat rayon yang dapat digunakan sebagai kain untuk busana anak, yaitu serat rayon viskosa dan rayon kuproamonium.

2) Serat polyester

Serat polyester mempunyai ciri elastisitasnya tinggi sehingga tidak mudah kusut, tahan terhadap sinar matahari, tahan suhu tinggi, daya serap air yang rendah, tahan terhadap jamur, bakteri, dan serangga. Apabila dibakar polyester mudah terbakar, tetapi apinya cepat padam, meninggalkan tepi yang keras dan berwarna cokelat muda.



Gambar 17.10 Serat polyester
Sumber: <http://riraclothing.com>



Gambar 17.11. Serat rayon
Sumber: <http://riraclothing.com>

1) Serat nilon

Serat nilon mempunyai ciri sangat kuat, ringan dan berkilau, elastisitas sangat kuat, tidak mudah kusut, tahan terhadap serangan jamur dan bakteri. Nilon tidak tahan panas, mudah terbakar, meleleh bila dibakar, berbau khas, serta meninggalkan bentuk pinggiran keras yang berwarna coklat.



Gambar 17.12. Serat nilon
Sumber: teknologitekstil.com



Gambar 17. 13. Proses pengambilan karet alam
Sumber: industri.kontan.co.id



Gambar 17. 14. Karet alam
Sumber: www.kaskus.co.id

2. Karet

Karet disebut juga elastomer merupakan jenis bahan golongan polimer. Polimer banyak dibuat dari minyak bumi. Karet dapat dibuat dari bahan alam atau bahan sintetis.

a. Karet alam

Karet alam dihasilkan oleh pohon karet berupa getah seperti susu yang disebut lateks. Lateks diperoleh dengan cara menyadap, yaitu dengan menyayat kulit pohon atau pada bagian kortek tumbuhan. Secara kimiawi karet alam adalah senyawa hidrokarbon yang merupakan polimer alam hasil penggumpalan lateks alam dan merupakan makromolekul poliisoprena (C_5H_8)_n. Karet alam memiliki banyak sifat unggul antara lain sebagai berikut :

- 1) Karet alam memiliki daya elastis atau daya lenting yang baik, plastisitas yang baik, mudah pengolahannya, tidak mudah aus (tidak mudah habis karena gesekan), dan tidak mudah panas.

- 2) Sifat unggul lain dari karet alami adalah memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan, tahan hentakan yang berulang-ulang, serta daya lengket yang tinggi terhadap berbagai bahan.

Kegunaan karet alam diantaranya sebagai berikut.

- 1) Karet alam dapat digunakan untuk membuat berbagai macam jenis ban (meliputi ban sepeda, ban sepeda motor, ban mobil, dan ban pesawat terbang), pipa karet, kabel listrik, isolator, sabuk penggerak mesin, dan sepeda karet.
- 2) Karet alam digunakan sebagai bahan pembungkus logam.
- 3) Bahan baku karet alam juga dapat digunakan sebagai penahan getaran, terutama dalam pembuatan jembatan. Penggunaan lapisan karet pada pintu atau kaca agar dapat terpasang dengan kuat, tahan getaran, dan kedap air.

b. Karet sintesis

Karet sintesis dapat diubah susunannya sehingga diperoleh sifat yang sesuai dengan kegunaannya. Karet sintesis dapat digunakan untuk berbagai keperluan, bahkan dapat menggantikan fungsi karet alam. Karet buatan (sintetis) merupakan karet yang terbuat dari proses polimerisasi berbagai jenis zat monomer. Sebagian besar karet buatan (sintetis) dibuat dengan menggunakan bahan baku minyak bumi, minyak, batu bara, dan gas alam. Keunggulan karet buatan (sintetis) adalah tahan terhadap berbagai macam zat kimia, tahan terhadap pengaruh udara, kedap gas, dan harga yang cenderung stabil.

Berikut beberapa jenis karet sintesis dengan sifat dan kegunaannya.

- 1) NBR (Nitrile Butadiene Rubber). NBR memiliki ketahanan yang tinggi terhadap minyak, digunakan dalam pembuatan pipa karet untuk bensin dan minyak, membran, seal, gasket, serta peralatan lain yang banyak dipakai dalam kendaraan bermotor.
- 2) CR (Chloroprene Rubber), CR dengan ciri tahan terhadap nyala api, digunakan sebagai bahan pipa karet, pembungkus kabel, seal, gasket, dan sabuk pengangkut.
- 3) IIR (Isobutene Isoprene Rubber), IIR mempunyai sifat kedap air, digunakan untuk bahan ban



Gambar 15. Karet sintesis
Sumber: Dok. Kemdikbud

bermotor, pembalut kawat listrik, pelapis bagian dalam tangki, tempat penyimpanan lemak dan minyak.

3. Tanah liat dan keramik

Tanah liat disebut juga sebagai tanah lempung. Tanah liat akan dapat kita temukan dengan warna hitam keabu-abuan. Dinamakan tanah liat mungkin dilihat dari teksturnya yang liat, sehingga mudah sekali dibentuk-bentuk. Tanah liat atau lempung ini pada dasarnya merupakan sebuah partikel mineral yang mempunyai kerangka dasar silikat yang mempunyai ukuran sangat kecil, yakni berdiameter kurang dari 4 mikrometer.

Dalam kehidupan sehari-hari tanah liat merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan keramik. Secara kimiawi tanah liat termasuk hidrosilikat alumina. Sifat fisik tanah liat yaitu plastis bila keadaan basah, keras bila kering, dan bila dibakar menjadi padat dan kuat. Tanah liat mempunyai beberapa ciri khusus yang membedakannya dengan jenis tanah lainnya. Ciri-ciri dari tanah liat antara lain sebagai berikut:

a. Mempunyai sifat liat atau lengket

Ciri yang paling khas yang menandai tanah liat ini dilihat dari sifat tanah liat ini. Tanah liat umumnya berbentuk sebagai gumpalan yang keras ketika tanah tersebut kering. Namun ketika tanah tersebut terkena basah oleh air, maka akan terasa lengket. Hal bisa terjadi karena kandungan jenis mineral lempung yang banyak terkandung dalam tanah tersebut. Sifat lengket inilah yang membuat tanah liat mudah dijadikan bentuk-bentuk tertentu.



Gambar 16. Tanah liat
Sumber: www.agrobisnisinfo.com

b. Mempunyai sifat yang sulit menyerap air

Satu sifat yang dimiliki oleh tanah liat atau lempung, yakni sulit untuk menyerap air. Karena jenis tanah ini sulit untuk menyerap air, maka daerah yang memiliki tanah liat ini tidak cocok digunakan sebagai lahan pertanian. Hal ini karena lahan pertanian sendiri membutuhkan lapisan tanah yang memiliki sifat mudah menyerap air.

c. Tanah dapat terpecah menjadi butiran- butiran sangat halus saat keadaan kering

Tanah liat meskipun ketika basah bersifat lengket dan butiran tanah satu dengan lainnya bersifat menyatu, namun ketika dalam keadaan kering tanah ini dapat terpecah- pecah menjadi butiran- butiran yang halus, bahkan sangat halus menyerupai pasir atau kumpulan debu.

d. Tanahnya berwarna hitam terang atau hitam keabu- abuan

Tanah liat mempunyai warna tanah yang tidak gelap dan tidak tidak terlalu terang. Dengan kata lain, tanah liat ini mempunyai warna yang hitam cenderung keabu- abuan.

e. Merupakan bahan baku untuk membuat kerajinan tangan berupa gerabah atau tembikar

Karena tanah liat ini memiliki sifat yang lengket, maka tanah liat ini dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat berbagai kerajinan tangan seperti gerabah dan juga tembikar. Untuk membuat kerajinan seperti ini, tanah liat harus dibakar dalam suhu di atas 10000 derajat celcius agar dapat mengeras dengan baik.

Barang-barang yang terbuat dari tanah liat disebut keramik. Namun saat, tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Keramik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu keramik tradisional yang dibuat dengan menggunakan bahan alam, seperti kuarsa, kaolin, dll. Contoh keramik ini adalah: barang pecah belah (*dinnerware*), keperluan rumah tangga (*tile, bricks*), dan untuk industri (*refractory*) dan keramik halus atau keramik teknik yang bahan bakunya dari oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , dan lainnya). Keramik halus ini penggunaannya sebagai elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis. Berdasarkan komposisi tanah liat dan suhu pembakarannya, keramik tradisional dibedakan menjadi tembikar (*terakota*), gerabah (*earthenware*), keramik batu (*stoneware*), dan porselen (*porcelain*).



Gambar 17. Contoh produk keramik
Sumber: jabarprov.go.id

Terakota atau tembikar adalah produk yang bahan bakunya dari tanah liat dengan pembakaran sekitar 1000°C. Gerabah adalah perkakas yang terbuat dari tanah liat yang dibentuk dan dibakar untuk kemudian dijadikan alat-alat yang berguna membantu kehidupan manusia. Pembakaran gerabah mencapai 1200°C. Bahan baku keramik batu adalah tanah liat dengan campuran bahan lain diantaranya kuarsa dan air, dibakar sampai suhu 1200°C-2000°C. Porselen adalah bahan isolasi kelompok keramik yang sangat penting dan luas penggunaannya. Istilah bahan-bahan keramik digunakan untuk semua bahan anorganik yang dibakar pada pembakaran dengan suhu tinggi dan bahan asli yang berubah substansinya. Porselen baru mulai matang pada pembakaran 15000°C.

Berikut beberapa contoh produk yang terbuat dari bahan baku tanah liat.

- Batu bata merah, genteng, lubang angin-angin hiasan genteng, merupakan jenis produk terakota atau tembikar.
- Kendi, gentong, cobek, tutup pengukus, pot bunga, dan celengan dari tanah liat merupakan jenis produk gerabah.
- Mangkuk sayur, piring, cangkir, tatakan, dan teko merupakan produk jenis keramik.
- Tegel, perlengkapan saniter (bak pencuci, bak mandi), dan isolator listrik merupakan produk jenis porselin.

4. Gelas atau Kaca

Gelas atau kaca merupakan benda bening atau transparan yang secara kimia sama dengan kuarsa. Pada



Gambar 21. Contoh produk dari bahan gelas atau kaca
Sumber: [Dok. Kemdikbud](#)



Gambar 18. Batu bata
Sumber: [bangunrumahmas.com](#)



Gambar 19. Genteng
Sumber: [bangunrumahmas.com](#)



Gambar 20. Tegel
Sumber: <http://berlinhappens.com>

umumnya, gelas dibuat dari campuran silikon atau silikon dioksida. Gelas atau kaca memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Gelas atau kaca tahan terhadap korosi (perkaratan)
- b. Gelas atau kaca tahan terhadap zat kimia sehingga sangat banyak digunakan sebagai alat-alat laboratorium
- c. Gelas atau kaca dapat bersifat magnetik dan nonmagnetic
- d. Kapasitas panas yang baik dan konduktivitas panas yang rendah
- e. Sifat gelas atau kaca keras dan kuat
- f. Sifat listrik gelas atau kaca dapat bersifat insulator (bahan yang tidak dapat menghantar listrik), semi konduktor (bahan yang pada saat tertentu bersifat insulator, tetapi pada kondisi lain bersifat konduktor), konduktor (bahan yang mudah menghantar listrik) bahkan super konduktor (bahan yang dapat menghantarkan listrik walaupun tidak ada sumber tegangan).

Bahan baku pembuatan gelas atau kaca terbagi dalam dua kelompok yaitu : bahan yang dibutuhkan dalam jumlah besar meliputi pasir silika, batu kapur, soda abu, *feldspar*, dan *cullet* (pecahan gelas) dan bahan yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit meliputi natrium sulfat, selenium, natrium bikroma, dan arang. Gelas atau kaca banyak digunakan pada peralatan rumah tangga (gelas minum, piring gelas, mangkok gelas, ceret gelas), alat-alat laboratorium (labu ukur, labu destilasi, erlemeyer, gelas kimia, buret, gelas ukur, tabung reaksi), kaca untuk bangunan, genteng kaca, pintu kaca, isolator listrik, cermin rias, bola lampu, kaca berwarna, dan kaca aman (*safety glass*). Gelas atau kaca aman digunakan sebagai kemasan karena beberapa sifat unggul yaitu: Kedap terhadap air, gas, bau-bauan dan mikroorganisme, tidak dapat bereaksi dengan barang yang dikemas (bahan kimia), dapat didaur ulang, dapat ditutup kembali setelah dibuka, tembus pandang sehingga isinya dapat dilihat, memberikan nilai tambah bagi produk (nilai estetika), kaku dan kuat sehingga dapat ditumpuk tanpa mengalami



Gambar 22. Alat-alat laboratorium yang terbuat dari bahan gelas atau kaca
Sumber: www.aliexpress.com

kerusakan, dan gelas atau kaca dapat disimpan dalam jangka waktu panjang tanpa mengalami



Gambar 23. Produk yang terbuat dari bahan plastik
Sumber: www.gedoor.com

kerusakan.

Proses pembuatan gelas atau kaca

Proses pembuatan gelas atau kaca yaitu sebagai berikut :

a. **Penyiapan bahan**

Bahan-bahan yang telah disiapkan digiling dan dicampur dengan perbandingan tertentu

untuk menghasilkan jenis gelas atau kaca yang diinginkan. Setelah selesai, bahan tersebut dilebur di dalam tungku peleburan. Hal yang perlu diingat yaitu sebagai berikut:

- 1) Bahan-bahan harus dimurnikan dan dibersihkan terlebih dahulu sebelum diolah.
 - 2) Agar gelas yang dihasilkan bening cerah, bahan yang digunakan harus berkadar besi kurang dari 0,5%.
- b. Peleburan bahan, dimana peleburan bahan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu: Peleburan dengan pot atau krus dan peleburan dengan tungku bak
- c. Pembentukan gelas
- d. *Anealing*
- Tahapan ini berfungsi untuk menghindari pecahnya gelas akibat tegangan-tegangan antarmolekul pada kaca yang tidak merata. Pada tahap ini dilakukan pendinginan kaca sampai temperatur ruangan, yang dilakukan secara perlahan untuk menahan regangan sampai titik maksimumnya.
- e. Perbaiki bentuk

5. Plastik

Kata plastik berasal dari bahasa Yunani *Plastikos* yang berarti dapat dibentuk. Nama plastik diambil dari sifatnya yang dapat dibentuk (*plasticity*). Plastik adalah istilah umum untuk menyebut berbagai jenis produk polimer sintetis atau semisintetis. Plastik dapat dibuat dari pengolahan minyak mentah. Sifat-sifat plastik yaitu: Tidak tembus air, mudah dibentuk dan

dicetak, ringan, tidak mudah pecah, lentur, tembus pandang, isolator. Berdasarkan sifatnya, kegunaan plastik sebagai berikut:

- a. Bahan dasar wadah, seperti ember, gelas, dan kantong plastik.
- b. Bahan pembuatan payung.
- c. Bahan dasar mainan anak-anak.

Plastik dapat dibentuk menjadi berbagai objek atau lembaran/lapisan atau serat. Plastik terbuat dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan dapat mengandung zat-zat lain untuk meningkatkan sifat-sifat baik atau nilai ekonominya. Hanya ada sedikit polimer alami yang dapat digolongkan ke dalam jenis plastik. Polimer, yang dikenal sebagai plastik, berasal dari produk samping proses *cracking* minyak bumi yang setelah melalui proses polimerisasi menghasilkan polimer, biasanya berbentuk bubuk putih. Setelah proses lebih lanjut akan dihasilkan produk jadi plastik.

6. Kayu

Kayu yang kita gunakan berasal dari berbagai jenis pohon. Dua jenis utama kayu adalah kayu keras dan kayu lunak. Kayu dari setiap jenis pohon berbeda, baik warna maupun polanya (tekstur). Bahan kayu mengandung 4 komponen yang sangat penting, yaitu sebagai berikut.

- a. Selulosa merupakan komponen terbesar yang dimiliki oleh kayu dengan jumlah mencapai 70% dari berat kayu. Selulosa sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, terutama sebagai bahan baku dalam pembuatan kertas dan tekstil.
- b. Lignin merupakan komponen pembentuk kayu dengan jumlah 18% – 28% dari berat kayu. Lignin berfungsi memberikan sifat kekerasan kayu. Oleh karena itu, sifat keras ataupun lunak pada kayu ditentukan pada jumlah dan jenis lignin yang terkandung di dalamnya.
- c. Bahan-bahan ekstraktif yang memberikan sifat pada kayu berupa warna, bau, rasa, dan keawetan. Senyawa ekstraktif ini berfungsi melindungi kayu dari serangan hama. Selain itu, karena adanya bahan ini, kayu



Gambar 24. Bahan kayu
Sumber: citraindonesia.com

menghasilkan tannin, zat warna, minyak, getah, dan malam yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia.

- d. Mineral pembentuk abu yang jumlahnya 0,2 % – 1 % dari berat kayu. Mineral pembentuk abu ini didapat setelah lignin dan selulosa terbakar habis.

Sifat-sifat bahan kayu sebagai berikut:

- a. Keawetan

Keawetan adalah daya tahan kayu terhadap serangan hama dan penyakit perusak kayu, misalnya serangga dan jamur. Keawetan kayu disebabkan kandungan senyawa ekstraktif di dalam kayu.

- b. Warna

Kayu yang beraneka warna macamnya disebabkan oleh zat pengisi warna dalam kayu yang berbeda-beda. Warna kayu juga dipengaruhi oleh posisinya dalam batang, umur pohon dan lingkungan. Kayu dari pohon yang tua warnanya lebih gelap dari kayu yang masih muda meskipun jenisnya sama. Kayu kering warnanya berbeda dengan kayu basah.

- c. Tekstur

Tekstur adalah ukuran relatif serat kayu, yang teksturnya kasar, sedang, dan halus. Arah serat adalah alur-alur yang terdapat pada permukaan kayu terhadap sumbu batang.

- d. Bau dan Rasa

Bau dan rasa kayu mudah hilang bila kayu lama tersimpan di udara terbuka. Beberapa jenis kayu mempunyai bau yang merangsang. Untuk menyatakan bau kayu tersebut, sering digunakan bau sesuatu benda yang umum dikenal misalnya bau bawang (kayu kulim) dan bau zat penyamak (kayu jati).

- e. Kekerasan atau Densitas

Kekerasan kayu berhubungan langsung dengan bobot kayu. Kayu-kayu yang keras juga termasuk kayu yang berat. Kayu-kayu yang ringan termasuk kayu yang lunak. Berdasarkan kekerasannya kayu digolongkan menjadi dua, yaitu kayu lunak (*soft wood*) dan kayu keras (*hard wood*). Kayu lunak yaitu kayu yang berasal dari tumbuhan yang berdaun seperti jarum misalnya pinus. Ciri fisik kayu lunak memiliki lubang pori-pori besar. Ciri fisik kayu keras adalah serat kayunya berbentuk bulat telur atau spiral, dan ikatan antarpori-porinya lebih kuat.

Pemanfaatan kayu

Bahan kayu banyak sekali digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai berikut:

- a. Sebagai peralatan memasak: sendok kayu
- b. Sebagai bahan bangunan: pintu, jendela, kerangka atap, dan dinding rumah
- c. Sebagai perlengkapan rumah tangga: lemari pakaian, kursi kayu, dan meja kayu
- d. Sebagai bahan baku industri: pembuatan kertas dan tekstil
- e. Sebagai alat transportasi: perahu dan kapal penangkap ikan
- f. Sebagai perhiasan: hiasan dinding rumah
- g. Sebagai bahan kerajinan tangan: miniatur rumah-rumahan, miniatur kapal, dan miniatur sepeda motor.