

Bunga Rampai

KONSEP DASAR IPA

Penulis:

Jelita, Darmawan Harefa, Nizrina Hikmawati, Moh. Imam Sufiyanto, Muh. Habibulloh, I Gusti Ayu Ngurah Kade Sukiastini, Rahmawida Putri, Wiputra Cendana, Dewi Handayani, Novika Lestari, Devi Wahyu E, Abditama Srifitriani.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Bookchapter yang berjudul **Konsep Dasar IPA**. Dengan selesainya buku ini, perkenankanlah kami dengan hati yang tulus menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada Panitia **CEL KODELN** Pusat dan pihak-pihak yang terkait yang telah memotivasi kami dalam pembuatan buku ini.

Buku ini disusun dengan menyajikan materi secara dinamis yang ditujukan bagi mahasiswa, pendidik, atau siapapun yang berminat untuk memperluas tentang materi dasar ilmu pengetahuan alam. Buku ini dapat menjadi buku pegangan dalam proses pembelajaran diperkuliahan. Ilmu pengetahuan alam (IPA) dapat dipelajari dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi dengan pendalaman materi setiap tingkatannya dengan mengangkat tema-tema dasar disetiap materi untuk menambah ilmu pengetahuan. Buku ini memuat tentang:

Bab 1. Materi dan Perubahannya

Bab 2. Besaran dan Pengukuran

Bab 3. Gaya, Gerak dan Energi

Bab 4. Suhu dan Panas

Bab 5. Gelombang dan Bunyi

Bab 6. Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur

Bab 7. Larutan, Konsentrasi dan Pengenceran

Bab 8. Asam, Basa dan Garam

Bab 9. Mahluk hidup dan Lingkungannya

Bab 10. Sistem dan Alat Pernapasan Mahluk Hidup

Bab 11. Ekosistem dan Rantai Makanan

Bab 12. Anatomi dan Fisiologi Tubuh Mahluk Hidup (Putri)

Bab 13. Alat Pencernaan manusia dan Kesehatan

Kami menyadari pembuatan bookchapter masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, kami dengan senang hati menerima saran dan kritikan yang membangun untuk menyempurnakan buku ini menjadi lebih baik. Kami berharap semoga buku ini bermanfaat dan berguna untuk peningkatan pemahaman para pengguna/pembaca.

Jogyakarta, 10 Januari 2022

Team Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|------------------------------------|----|
| KATA PENGANTAR | i |
| | |
| BAB I. MATERI DAN PERUBAHANNYA | |
| <i>Wiputra Cendana</i> | 1 |
| A. Sifat Materi | 1 |
| B. Perubahan Materi | 6 |
| C. Manfaat Materi dan Perubahannya | 11 |
| | |
| BAB II. BESARAN DAN PENGUKURA | |
| <i>Mub.Habibulloh</i> | 13 |
| A. Besaran | 13 |
| B. Satuan Internasional | 15 |
| C. Pengukuran | 23 |
| | |
| BAB III. GAYA, GERAK DAN ENERGI | |
| <i>Darmawan Harefa</i> | 34 |
| A. Gaya | 34 |
| B. Jenis-jenis Gaya | 35 |
| C. Macam-Macam Gaya | 37 |
| D. Gerak | 40 |
| E. Energi | 46 |
| | |
| BAB IV. SUHU DAN KALOR | |
| <i>Novika Lestari</i> | 49 |
| A. Suhu | 49 |
| B. Konversi Skala Termometer | 52 |
| C. Kalor | 54 |

| | |
|-----------------------|----|
| D. Perubahan Fase Zat | 56 |
| E. Kalor Laten | 58 |
| F. Asas Black | 58 |
| G. Perpindahan Kalor | 60 |

BAB V. GELOMBANG DAN BUNYI

| | |
|---|----|
| <i>I Gusti Ayu Ngurah Kade Sukiastini</i> | 63 |
| A. Gelombang | 63 |
| B. Jenis-Jenis Gelombang | 63 |
| C. Besaran-Besaran Pada Gelombang | 65 |
| D. Sifat-Sifat Gelombang | 67 |
| E. Bunyi | 68 |
| F. Cepat Rambat Bunyi | 69 |
| G. Interferensi Bunyi | 71 |
| H. Resonansi Bunyi | 71 |
| I. Intensitas Bunyi Dan Taraf Bunyi | 73 |
| J. Efek Doppler | 74 |
| K. Pelayangan Bunyi | 76 |

BAB VI. STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK UNSUR

| | |
|--------------------------|----|
| <i>Dewi Handayani</i> | 78 |
| A. Struktur Atom | 78 |
| B. Sistem Periodik Unsur | 92 |

BAB VII. CAMPURAN, KONSENTRASI DAN PENGECERAN

| | |
|-----------------------|-----|
| <i>Dewi Handayani</i> | 106 |
| A. Campuran | 106 |
| B. Konsentrasi | 110 |
| C. Pengenceran | 113 |

BAB VIII. ASAM, BASA DAN GARAM

Jelita 116

| | |
|---|-----|
| A. Asam, Basa dan Garam dalam Kehidupan Sehari-hari | 116 |
| B. Teori Asam- Basa | 117 |
| C. Garam | 121 |
| D. Identifikasi Asam, Basa dan Garam | 122 |
| E. Kekuatan Asam-Basa | 124 |
| F. pH Larutan | 125 |

BAB IX. MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA

Abditama Srijitriani 131

| | |
|--|-----|
| A. Pendahuluan | 131 |
| B. Tingkatan Klasifikasi Makhluk Hidup | 132 |
| C. Tingkatan Organisasi Makhluk Hidup | 133 |
| D. Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungannya | 137 |
| E. Adaptasi Makhluk Hidup terhadap Lingkungannya | 146 |

BAB X. SISTEM PERNAFASAN PADA MAKHLUK HIDUP

Nisrina Hikmanwati 153

| | |
|------------------------------------|-----|
| A. Sistem Pernafasan Pada Manusia | 153 |
| B. Sistem Pernafasan Pada Hewan | 157 |
| C. Sistem Pernafasan Pada Tumbuhan | 164 |

BAB XI. EKOSISTEM DAN RANTAI MAKANAN

Moh.Imam Sufyanto 170

| | |
|--------------------------|-----|
| A. Ekosistem | 170 |
| B. Daur Biogeokimia | 171 |
| C. Keanekaragaman Hayati | 181 |
| D. Kestabilan ekosistem | 184 |

BAB XII. ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MAHLUK HIDUP

| | |
|--|-----|
| <i>Rahmanida Putri</i> | 193 |
| A. Pengantar | 193 |
| B. Pengertian Anatomi | 194 |
| C. Pengertian Fisiologi | 194 |
| D. Klasifikasi Anatomi dan Fisiologi | 195 |
| E. Posisi Anatomi | 197 |
| F. Istilah dan Arah Bidang Anatomi | 197 |
| G. Tingkat Struktural Organisasi Tubuh | 199 |
| H. Sistem Integumen | 200 |
| I. Sistem Muskuloskeletal | 201 |
| J. Sistem Saraf | 204 |
| K. Sistem Pencernaan | 205 |
| L. Sistem Pernapasan | 206 |

BAB XIII. ALAT PENCERNAAN MANUSIA DAN KESEHATAN

| | |
|----------------------------|-----|
| <i>Devi Wahyu Ertanti</i> | 210 |
| A. Alat Pencernaan Manusia | 210 |
| B. Kesehatan | 219 |

| | |
|------------------|-----|
| BIOGRAFI PENULIS | 222 |
|------------------|-----|

BAB I

MATERI DAN PERUBAHANNYA

Wiputra Cendana

A. Sifat Materi

Materi dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang memiliki sifat dapat didengar, dicium, diraba, dirasa, dan didengar. Selain itu juga materi menempati ruang dan memiliki massa. Benda-benda yang dapat dikategorikan masuk ke dalam materi seperti hewan, tumbuhan, manusia, batuan, air, tanah, udara, bakteri, molekul, atom, dan lainnya.

Setiap materi memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan lainnya. Sifat materi ini menunjukkan ciri dari karakteristik materi itu. Untuk memahami materi, perlu dikenali sifat-sifat dari materi tersebut. Beberapa sifat materi yang ada seperti sifat kimia dan sifat fisika.

1. Sifat Kimia pada Materi

Dalam mengamati sifat kimia pada materi dapat ditinjau dari sifat yang dihasilkan dari perubahan kimia seperti di antaranya mudah busuk, mudah terbakar, dan korosif.

a. Mudah busuk

Apabila kita membiarkan sayur mayur dan buah-buahan pada udara terbuka, maka akan terjadi pembusukkan dari sayur dan buah tersebut. Hal yang akan terlihat seperti bau busuk dan adanya perubahan warna. Proses pembusukkan ini karena mikroorganisme

b. Korosif

Korosif merupakan suatu peristiwa akan rusaknya logam karena dipengaruhi oleh lingkungan. Nama lain dari korosif

adalah perkaratan yang disebabkan adanya oksigen atau kelembapan. Salah satu contoh logam yang mudah berkarat adalah besi. Proses korosi ini menimbulkan terbentuknya zat yang memiliki jenis baru yakni karat. Timbulnya gejala seperti perubahan warna akan tampak saat terjadi korosi. Secara umum logam memiliki sifat korosif, namun tidak berlaku untuk air raksa, platina, dan emas

c. Mudah terbakar

Peristiwa terjadinya warna pada kembang api disebabkan adanya perubahan kimia. Kembang api ini dibuat dengan campuran bahan kimia seperti misalnya kalium nitrat. Warna-warni pada kembang api juga menggunakan percampuran bahan kimia seperti strontium dan litium untuk warna merah, barium untuk warna hijau, tembaga untuk warna biru, dan natrium untuk warna kuning.

Bahan lain yang sangat mudah terbakar adalah fosfor. Apabila fosfor bersinggungan dengan udara, maka dengan cepat fosfor akan terbakar. Pembentukan fosfor dengan oksigen di udara membentuk senyawa fosfor oksida. Dengan demikian, fosfor lebih disimpan di dalam air. Korek api menggunakan fosfor dalam menggunakan bahan yang terkandung di dalamnya.

2. Sifat Fisika pada materi

Beberapa contoh – contoh sifat fisika pada materi yang terkandung di bawah ini.

a. Air

Sifat Fisika : Berwujud Cair
Tidak berbentuk, tidak berbau, tidak berwarna
Titik didih : 1000 C
Titik beku: 0°C

Sifat Kimia : Tidak Terbakar

b. Garam Dapur

Sifat Fisika : Berwujud Padat
Berbentuk Kristal
Berasa asin
Tidak berbau
Berwarna Putih
Titik didih: 1413°C
Titik beku: 801°C

Sifat Kimia : Tidak Terbakar

c. Bensin

Sifat Fisika : Berwujud Cair
Tidak berbentuk
Berbau dan berasa khas
Berwarna kuning muda
Titik Bakar: 30 – 50 °C

Sifat Kimia : Mudah terbakar

Sifat fisika lebih banyak bersinggungan dengan wujud zat, warna, bau, titik didih, titik leleh, massa jenis, kelarutan, kekerasan, kekeruhan, dan kekentalan.

a. Wujud zat

Dalam kategori sifat fisika yang pertama, wujud zat ini dapat dibedakan menjadi zat padat, zat cair, dan zat gas. Terdapat beberapa karakteristik yang membedakan ketiga wujud zat ini diantaranya.

1. Zat padat

Ciri-ciri dari zat padat yaitu mempunyai bentuk dan volume tertentu. Jarak antar partikel zat yang sangat rapat. Partikel-partikel zat yang tidak dapat bergerak dengan bebas. Kisi

(*lattice*) merupakan pola teratur pada zat padat karena partikel-partikelnya yang terikat erat bersama.

2. Zat cair

Karakteristik dari zat cair meliputi bentuknya yang tidak tetap dan sangat bergantung pada wadah zat cair. Terukur dalam volume tertentu. Jarak antar partikel yang agak renggang. Partikel-partikel zat cair yang bergerak dengan bebas. Dalam suatu cairan, gaya antar partikelnya terlalu lemah dalam menahan formasi dan ikatan tetap. Dengan demikian, partikel ini dengan mudahnya dapat bergeser dan saling melewati satu dengan lainnya

3. Zat gas

Keunikan zat gas terletak kepada tidak memiliki bentuk dan ada pada volume tertentu. Jarak antar partikel zat gas yang sangat renggang. Partikel-partikel pada zat gas ini bergerak sangat cepat. Hal ini seturut dengan besarnya energi kinetik pada partikel zat gas. Energi ini dapat menyebar dan memenuhi seluruh tempat atau wadah yang ada.

b. Titik Didih

Titik didih didefinisikan sebagai suhu yang berlangsung saat terjadinya kondisi mendidih. Menguap dan mendidih merupakan dua hal yang berbeda. Mendidih akan berlangsung pada suhu tertentu. Suhu ini akan ditentukan oleh adanya titik didih. Sedangkan menguap dapat terjadi pada suhu berapapun dan dapat terjadi di bawah titik didih. Pada saat kita menjemur pakaian, yang terjadi adalah proses menguapnya air dari pakaian basah dan bukan mendidih. Titik didih ini antara satu dan lainnya berbeda-beda. Hal ini tergantung dari struktur bahan dan sifat bahan.

c. Titik Leleh

Titik leleh didefinisikan sebagai suatu bentuk keadaan dari suhu saat zat padat berubah menjadi zat cair. Garam dapur yang dipanaskan sebagai contoh dapat meleleh dan berubah menjadi cairan. Perubahan ini terpengaruh oleh struktur kristal pada zat padat tertentu. Zat cair dan zat gas memiliki titik leleh namun perubahannya tidak dapat diamati pada suhu kamar.

d. Kelarutan

Di dalam proses kelarutan selalu tersedia dua komponen yakni pelarut dan terlarut. Pelarut dapat didefinisikan sebagai zat yang melarutkan dan biasanya berjumlah banyak. Sedangkan zat terlarut berjumlah lebih kecil. Sebagai contoh, garam adalah zat terlarut dan air sebagai pelarutnya.

Larutan tidak hanya berupa cairan namun juga dapat berbentuk gas dan padat. Larutan gas merupakan udara yang terdiri dari oksigen, nitrogen, karbon dioksida, dan gas lainnya. Contoh larutan pada padatan seperti *stainless steel*.

e. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan berlangsung pada zat cair. Penyebab dari kekeruhan apabila terdapat partikel-partikel suspensi yang halus. Apabila ada pendaran cahaya yang melewati pada sampel keruh maka intensitasnya akan berkurang karena dihamburkan. Hal ini juga bergantung pada konsentrasinya. Turbidimetry merupakan alat untuk mengetahui jumlah intensitas cahaya pada zat cair yang keruh atau untuk mengetahui tingkat kekeruhan pada zat cair.

g. Kekentalan (*Viskositas*)

Ukuran dari ketahanan zat cair untuk mengalir disebut sebagai viskositas atau kekentalan. Alat untuk mengetahui kekuatan mengalir pada zat cair (*flow rate*) digunakan viskometer. Kekentalan pada cairan ini terjadi karena peristiwa gesekan antara molekul. Pengaruh dari kekentalan ini dari struktur

molekul cairan. Apabila molekul besar dan saling bertautan, maka zat cair tersebut akan bergerak dengan sangat lambat, contohnya oli. Meskipun demikian, apabila struktur molekul cairan ini kecil dan sederhana, maka molekul tersebut akan bergerak cepat. Molekul cairan yang bergerak cepat itu dikategorikan memiliki kekentalan yang rendah. Sedangkan, molekul cairan yang bergerak lambat dikategorikan memiliki viskositas yang tinggi.

B. Perubahan Materi

Tidak dapat dipungkiri bahwa seluruh materi di alam akan mengalami perubahan. Perubahan pada materi dapat terjadi apabila ada perubahan pada massa, volume, wujud, ataupun menjadi materi yang lain. Perubahan ini dapat ditelusuri saat mendidihkan air yang kemudian menjadi uap, ledakan petasan, kapur barus yang menyublim, dan lainnya.

Perubahan materi ini juga melibatkan dari sifat dari materi tersebut. Perubahan sifat materi dapat hanya melibatkan dari perubahan sifat fisika materi tersebut, namun ada juga yang melibatkan sifat kimia dari materi tersebut. Kesenambungan dari perubahan sifat kimia juga melibatkan dari perubahan sifat fisik materi.

1. Perubahan Fisika

Perubahan fisika dapat terjadi apabila perubahan materi dari zat tidak disertai dengan terjadinya bentuk zat yang baru dan tidak merubah zat asalnya. Perubahan bertitik tolak dengan perubahan wujud, ukuran, dan juga bentuk. Sebagai contoh: jika air dipanaskan maka air tersebut akan berubah menjadi uap air. Sedangkan air yang terus didinginkan, maka air tersebut akan menjadi es (air yang membeku). Dalam peristiwa perubahan wujud ini dapat ditarik kesimpulan adalah zat yang tetap sama pada es, air, dan uap air.

a. Perubahan Fisika karena Perubahan Ukuran

Salah satu contoh yang dapat diberikan untuk perubahan fisika berdasarkan ukuran adalah batu padat yang dipecah-pecahkan menjadi bagian kecil. Selain itu juga biji dari kopi yang digiling dan menjadi serbuk kopi menjadi contoh lainnya. Sifat dari kopi tidak berubah sama sekali, hanya ukurannya saja yang berubah.

b. Perubahan Fisika karena Perubahan Volume

Contoh yang dapat memberikan gambaran mengenai perubahan fisika dengan perubahan volume adalah pemuain dari alkohol atau zat raksa pada termometer apabila menyentuh permukaan yang panas. Termometer dengan menggunakan karakteristik pada zat tersebut maka digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu. Sifat dari alkohol atau raksa tidak akan berubah meskipun zat ini mengalami pemuain.

c. Perubahan Fisika karena Perubahan Bentuk Energi

Salah satu contoh dari perubahan fisika ini yakni kipas angin yang berputar (perubahan energi listrik menjadi energi gerak) dan juga lampu bohlam yang menyala (perubahan energi listrik menjadi energi cahaya). Perlu diingat bahwa energi tidak dapat dihilangkan dan tidak dapat diciptakan. Energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.

d. Perubahan Fisika karena Perubahan Bentuk

Perubahan dari bahan aluminium atau *stainless steel* menjadi perkakas rumah tangga seperti panci, sendok, dan teko menunjukkan adanya perubahan fisika. Bentuknya telah berubah menjadi benda sesuai desainnya, namun sifat dari aluminium dan *stainless steel* tidak berubah.

Contoh perubahan kayu menjadi meja dan kursi menunjukkan adanya perubahan fisika. Secara bentuk tentu ada perbedaan dari materi awal, namun secara sifat tetap sama dan tidak ada perubahan signifikan.

e. Perubahan Fisika karena Pelarutan

Pelarutan kopi pada air panas menunjukkan salah satu contoh perubahan fisika karena pelarutan. Rasa kopi yang mengalami proses pelarutan dalam air panas tetaplah sama dan tidak berubah.

Begitu halnya dengan sari jeruk yang diekstraksi dari jeruk murni ke dalam pelarutan air dingin. Rasa dari buah jeruk tidak ada perubahan setelah dilakukan pelarutan. Dengan demikian, peristiwa ini masuk ke dalam kategori perubahan fisika dalam pelarutan karena sifat zat yang tetap sama.

2. Perubahan Kimia

Definisi dari perubahan kimia terletak pada terjadinya suatu perubahan zat yang kemudian menyebabkan terjadinya satu atau lebih zat yang memiliki jenis baru. Perubahan kimia ini selanjutnya disebut sebagai reaksi kimia. Beberapa contoh dari reaksi kimia misalnya pembuatan tempe atau sering disebut sebagai fermentasi, industri alkohol, proses karat, proses fotosintesis, industri asam sulfat, dan lainnya. Perubahan kimia ini dapat terjadi karena disebabkan oleh beberapa proses di antaranya sebagai berikut.

a. Peristiwa Perubahan Kimia karena Proses Fotosintesis

Dalam proses fotosintesis, terdapat elemen penting yang dapat menstimulasi terjadinya proses ini yakni dengan adanya zat hijau daun (klorofil). Tumbuh-tumbuhan dapat melakukan perubahan karbondioksida dan air dengan bantuan sinar matahari menjadi gas oksigen dan glukosa. Hal ini merujuk bagaimana perubahan dari zat kimia yang ada menjadi zat yang memiliki jenis baru.

b. Peristiwa Perubahan Kimia karena Proses Pencernaan Makanan

Dalam tubuh makhluk hidup contohnya manusia, nasi yang mengandung karbohidrat diubah menjadi glukosa dengan bantuan enzim yang berada pada bagian mulut manusia.

c. Peristiwa Perubahan Kimia karena Proses Pernafasan

Manusia yang melakukan proses pernafasan dengan menarik oksigen dan bereaksi dengan glukosa dalam tubuh akan mengalami perubahan kimia menjadi karbondioksida, air, dan energi. Semua zat yang terbentuk memiliki jenis yang tidak sama dengan zat yang masuk sebelumnya.

d. Peristiwa Perubahan Kimia karena Pembakaran

Perubahan kimia yang paling sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari adalah peristiwa pembakaran. Reaksi kimia antara materi yang terbakar dengan oksigen menjadi alasan terjadinya pembakaran. Nama lain dari reaksi pembakaran ini adalah reaksi oksidasi. Beberapa contoh peristiwa pembakaran adalah pembakaran kembang api dan terjadinya kebakaran hutan. Selain daripada itu, pembakaran juga dapat dilangsungkan untuk menghasilkan sumber energi. Pembakaran dari bensin yang terdapat di tangki mobil menghasilkan energi kinetik atau gerak yang menyebabkan bergeraknya mobil.

Contoh lain adanya peristiwa pembakaran yang terjadi di dalam tubuh manusia. Makanan yang telah dikonsumsi oleh manusia akan mengalami proses dalam tubuh dan menghasilkan energi yang dapat menunjang aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini tentunya menghasilkan zat dengan jenis yang baru.

Asap yang biasanya timbul dari reaksi pembakaran menunjukkan bahwa pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Definisi pembakaran yang tidak sempurna ini disebabkan oleh oksigen yang tersedia dalam proses pembakaran tidak mencukupi sehingga sejumlah karbon dioksida tidak terbakar. Pembakaran tidak sempurna ini memiliki dampak yang buruk yaitu dapat menghasilkan gas yang bersifat racun bagi tubuh yaitu karbon monoksida yang dapat menimbulkan gejala sesak napas.

e. Peristiwa Perubahan Kimia karena Perkaratan

Perkaratan berarti terjadinya reaksi kimia antara logam dengan oksigen (udara) dan air. Perkaratan ini dikategorikan sebagai peristiwa perubahan kimia karena menghasilkan jenis zat yang baru. Paku yang telah bereaksi dengan udara dan air misalnya maka akan terjadi karat besi. Karakteristik dari besi logam dan karat besi tentunya berbeda. Letak perbedaan ada pada sifatnya. Besi memiliki sifat yang lebih kuat, namun karat besi memiliki sifat yang sangat rapuh.

Di bawah ini merupakan beberapa faktor yang dapat mengakselerasi proses perkaratan seperti di antaranya:

- Bersinggungan dengan logam lain
- Adanya uap garam atau asam di udara
- Permukaan logam yang tidak merata
- Terjadinya uap air atau udara di sekitar yang cukup lembap

Perkaratan ini tentunya dapat memberikan kerugian terutama dengan benda-benda yang terbuat dari besi. Seperti sifat dari karat besi yang sangat rapuh dan cepat rusak, maka diperlukan upaya untuk mencegah karat besi ini. Di bawah ini ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya karat besi.

- Mencegah logam agar tidak berada pada area yang dapat memberikan efek uap asam atau uap garam
- Menghindarkan kontak secara langsung antara benda yang terbuat dari besi dengan air atau oksigen. Hal ini dapat diupayakan dengan melakukan proses membalut besi dengan plastik, melapisi besi dengan timah, mengecat, dan juga melumuri besi dengan oli.
- Menyimpan logam di tempat yang kering
- Melakukan perhalusan pada permukaan logam dengan mengamplas pada bagian besi tersebut.

f. Peristiwa Perubahan Kimia karena Peragian

Ragi merupakan bakteri atau mikroorganisme yang dapat merubah zat asal menjadi zat lain. Proses peragian ini dikenali sebagai proses yang mengupayakan terjadinya perubahan zat ke bentuk lain dengan bantuan mikroorganisme seperti ragi dan bakteri tertentu. Contoh paling sederhana adalah kedelai yang dapat berubah menjadi kecap, singkong yang dapat diubah menjadi tape, dan tempe yang juga mengalami perubahan dari kedelai.

g. Peristiwa Perubahan Kimia karena Pembusukkan

Peristiwa pembusukkan ini terjadi apabila ada mikroorganisme yang telah berada pada benda tertentu misalnya apel. Apel yang berada di area dengan suhu tinggi di dalam kulkas misalnya tidak akan cepat membusuk. Berbeda halnya apabila apel diletakkan di area terbuka selama beberapa periode tertentu. Apel akan membusuk dan berubah menjadi berlendir, bau, dan bahkan dapat mengeluarkan gas. Sifat apel yang berbeda antara sebelum dan sesudah pembusukkan dengan adanya perubahan signifikan yang terjadi dapat dikategorikan sebagai perubahan kimia.

h. Peristiwa Perubahan Kimia karena Perusakan atau Pelapukkan

Proses pelapukkan ini menimbulkan kerusakan permanen yang disebabkan oleh aktivitas enzim atau reaksi kimia, dan juga karena aktivitas mikroba. Salah satu contoh yang dapat ditunjukkan adalah dengan adanya kayu yang lapuk, buah yang membusuk, minyak yang menjadi tengik, dan makanan yang menjadi basi.

C. Manfaat Materi dan Perubahannya

Perubahan materi baik ditinjau di dalam perubahan fisika dan perubahan kimia dapat terjadi secara bersamaan misalnya pembakaran lilin. Lilin yang terbakar dan menghasilkan nyala, pada saat yang sama

juga dapat menghasilkan asap hitam (karbon). Tentunya ini adalah menunjuk kepada perubahan kimia. Di samping itu, lilin yang secara padat dan meleleh menjadi cair menunjukkan adanya perubahan fisika.

Perubahan kimia berdampak positif dalam kehidupan manusia. Manfaat yang paling sering dijumpai adalah dengan adanya produksi bahan baku industry yang menggunakan reaksi kimia dan prinsip perubahan kimia. Industri plastic misalnya, zat organik yang bersumber dari gas alam dan minyak bumi diubah dengan menggunakan proses kimia menjadi plastik. Beberapa contohnya seperti PVC (Polivinilklorida) dan PE (Polietilen).

Selain daripada itu perubahan fisika memegang peranan penting di dalam industri farmasi. Contohnya adalah proses ekstraksi dari zat aktif yang terkandung dalam bahan baku alam dapat menjadi bahan baku obat yang memiliki khasiat bagi kesehatan manusia. Senyawa-senyawa yang ada pada daun atau akar tumbuhan dengan proses pelarutan tertentu dan menggunakan alat tertentu berdampak kepada proses pengobatan bagi manusia.

Daftar Pustaka

- Haryanto. (2004). Sains, jilid 3 : Untuk Sekolah Dasar Kelas III. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Haryanto. (2004). Sains, jilid 6 : Untuk Sekolah Dasar Kelas VI. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Nugraha, A. (2008). Pengembangan pembelajaran sains pada anak usia dini. Bandung, Indonesia: JILSI Foundation.
- Parratore, P., & Gembirasari, M. (2005). *Terampil sains untuk kelas belajar siswa-aktif*. Bandung, Indonesia: Nuansa.
- Sudjadi, B., & Laila, S. (2007). Biologi : Sains dalam kehidupan, jilid 3B semester 2. Bogor, Indonesia: Yudhistira.

BAB II

BESARAN DAN PENGUKURAN

Muhammad Habibulloh

A. Besaran

Dalam Ilmu Pengetahuan Alam, anda akan banyak menemui atau berhubungan dengan besaran-besaran hasil pengukuran. Seperti massa, panjang, waktu, suhu, dan besaran lainnya. Secara pengertian dinyatakan bahwa *besaran* adalah segala sesuatu yang dapat diukur dan memiliki nilai. Dalam kehidupan sehari-hari, ada banyak kalimat yang tidak kita sadari sudah menggunakan *besaran* secara fisis. Misalkan, *suhu* tubuh anda 36° Celcius, *panjang* meja itu 2 meter, atau *waktu* yang dibutuhkan untuk menempuh perjalanan adalah 2 jam. Semua besaran dalam contoh tersebut dapat diukur menggunakan alat ukur tertentu dan memiliki nilai serta satuan. Walaupun terkadang masyarakat juga mengalami salah tafsir dalam hal menyebutkan besaran. Contoh dalam kalimat: *berat* badan anda 50 kg, yang dimaksud “*berat badan*” dalam kalimat tersebut adalah besaran *massa*, hal ini dapat dikonfirmasi dari nilai satuan yang digunakan yaitu “kg”. salah kaprah semacam itu sudah menjadikan lumrah di masyarakat.

Secara umum, Besaran dibagi menjadi 2, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok terdiri dari 7 besaran utama yang telah ditentukan terlebih dahulu dan digunakan untuk menentukan besaran-besaran yang lain. Berikut ini adalah table besaran pokok:

Tabel 1. Besaran Pokok, Satuan, dan Dimensinya

| Besaran Pokok | Satuan | Lambang Satuan | Dimensi |
|-------------------|----------|----------------|--------------|
| Panjang | meter | M | [L] |
| Massa | kilogram | Kg | [M] |
| Waktu | Sekon | S | [T] |
| Suhu | Kelvin | K | [θ] |
| Kuat Arus Listrik | Ampere | A | [I] |
| Intensitas Cahaya | Candela | Cd | [J] |
| Jumlah Zat | Mol | mol | [N] |

Dari 7 besaran pokok tersebut dapat diturunkan menjadi besaran turunan. Berikut ini contoh beberapa besaran turunan:

Tabel 2. Besaran Turunan

| Besaran Turunan | Satuan | Dimensi | Keterangan |
|-----------------|-------------------------|---|--|
| Luas | m ² | [L] ² | diturunkan dari besaran pokok panjang |
| Volume | m ³ | [L] ³ | diturunkan dari besaran pokok panjang |
| Massa Jenis | kg/m ³ | [M] [L] ⁻³ | diturunkan dari besaran pokok massa dan panjang |
| Gaya | N = kg m/s ² | [M] [L] [T] ⁻² | diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu |
| Tekanan | N/m ² | [M] [L] ⁻¹ [T] ⁻² | diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu |

| | | | |
|-------|----|-------------------------------|--|
| Usaha | Nm | $[M] [L] ^ 2 [T] ^ - 2$ | diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu |
|-------|----|-------------------------------|--|

Dimensi merupakan cara penulisan satu besaran menggunakan simbol (lambang). Menuliskan dimensi menggunakan kurung siku. Manfaat dari dimensi diantaranya adalah: (1) digunakan untuk membuktikan dua besaran fisika setara jika kedua besaran tersebut memiliki dimensi yang sama, (2) digunakan untuk menentukan persamaan yang pasti salah satu benar, dan (3) digunakan untuk menurunkan persamaan suatu besaran fisika jika kesebandingan besaran fisika tersebut dengan yang lainnya diketahui. Contoh seandainya kita akan menguji antara usaha dan energi kinetik memiliki persamaan yang sama. Usaha memiliki persamaan $W = Fs$, dimana F adalah gaya dan s adalah perpindahan. Sehingga bisa dinyatakan satuan dari usaha adalah Nm dan dimensinya adalah $[M] [L] ^ 2 [T] ^ - 2$. Sedangkan energi kinetik memiliki persamaan $E_k = \frac{1}{2} mv^2$, dimana m adalah massa dan v adalah kecepatan, sehingga bisa dinyatakan satuan dari energi kinetik adalah $kg \ m^2/s^2$ dan dimensinya adalah $[M] [L] ^ 2 [T] ^ - 2$. Dari analisis ini terlihat bahwa besaran usaha dan energi kinetik memiliki dimensi yang sama, artinya kedua besaran tersebut setara.

B. Satuan Internasional

Secara umum satuan dibagi menjadi satuan baku dan satuan tak baku. Satuan Baku adalah satuan yang apabila digunakan oleh setiap orang akan menghasilkan pengukuran dengan nilai yang sama atau satuan yang standarnya telah disepakati secara internasional. Sedangkan satuan tak baku adalah satuan yang standarnya tidak sama atau tidak berlaku secara internasional. Contoh : Depa, Hasta, Jengkal. Pada penggunaan satuan tak baku, tidak ada keseragaman saat

digunakan untuk mengukur sesuatu antara satu daerah dengan daerah yang lain.

Penggunaan satuan yang tidak seragam antara satu daerah dengan daerah lainnya dapat menimbulkan kesulitan. Kesulitan-kesulitan itu antara lain sebagai berikut:

- a. Tidak adanya kesamaan hasil pengukuran. Hal ini diakibatkan karena besarnya anggota tubuh setiap orang berbeda,
- b. Menimbulkan masalah ketika ingin beralih dari satu satuan ke satuan lainnya. Misalnya, ketika anda ingin beralih dari satuan depa ke satuan jengkal akan timbul kesulitan akibat tidak adanya aturan yang mengatur konversi satuan-satuan tersebut.

Untuk mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut, muncul gagasan menggunakan satuan standar pada besaran-besaran yang sering digunakan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Satuan standar harus memenuhi syarat-syarat seperti berikut.:

- a. Satuan yang ditetapkan tidak akan mengalami perubahan oleh pengaruh apapun.
- b. Satuan yang ditetapkan harus berlaku di semua tempat dan setiap saat.
- c. Satuan yang ditetapkan harus mudah ditiru

Pemilihan satuan standar dilakukan oleh Lembaga Berat dan Ukuran Internasional yang didirikan tahun 1875 dan berkedudukan di Prancis. Badan ini secara berkala melakukan konferensi internasional mengenai berat dan ukuran. Sampai saat ini, ada dua jenis satuan yang masih digunakan, yaitu sistem Inggris dan sistem Metrik. Dalam sistem Inggris dikenal **foot, pound, dan second** (biasa disingkat FPS). Sedangkan sistem Metrik ini dibagi dua, yaitu **MKS (meter, kilogram, sekon)** dan **CGS (centimeter, gram, sekon)**.

Tabel 2.3. Tabel Sistem Satuan

| Besaran | Sistem Satuan | | |
|---------|-------------------------|---------------|-----------------|
| | Sistem Inggris | Sistem Metrik | |
| | | MKS | CGS |
| Panjang | Kaki (<i>feet</i>) | Meter (m) | Centimeter (cm) |
| Massa | Pon (<i>pound</i>) | Kilogram (kg) | Gram (g) |
| Waktu | Sekon (<i>second</i>) | Sekon (s) | Sekon (s) |

Untuk mengonversi satuan sistem Metrik ke satuan sistem Inggris digunakan konversi seperti berikut:

$$1 \text{ cm} = 0,3937 \text{ inchi}$$

$$1 \text{ ft (kaki)} = 12 \text{ inchi}$$

$$1 \text{ meter} = 3,281 \text{ ft (kaki)}$$

$$1 \text{ yard} = 3 \text{ ft}$$

$$1 \text{ meter} = 1,094 \text{ yard}$$

Perhatikan studi kasus berikut:

Pak Andi hendak membeli kain di toko kain. Beliau membutuhkan kain baju sejumlah 40 meter. Toko kain menawarkan, jika Pak Andi membeli kain dengan ukuran meter an, maka toko memberikan harga Rp 26.000 per meter. Namun jika dengan ukuran Yard maka harga yang ditawarkan toko adalah Rp 24.000 per Yard. Bantu Pak Andi menentukan beliau membeli kain dengan ukuran Yard atau meter agar pembeliannya bisa semurah mungkin!

Kilogram standar

Selama lebih dari satu abad, kilogram (kg), satuan dasar massa dalam Sistem Satuan Internasional (SI), didefinisikan sama persis dengan massa silinder kecil yang dipoles, yang dicetak pada tahun 1879 dari platinum dan iridium. Disimpan dalam lemari besi tiga-kunci di pinggiran Paris, silinder platinum-iridium secara resmi disebut *International Prototype of the Kilogram* (IPK). Ia bahkan memiliki

julukan: *Le Grand K (The Big K)*. Keakuratan setiap pengukuran massa di seluruh dunia, baik dalam pound dan ons atau miligram dan metrik ton, bergantung pada seberapa dekat massa referensi yang digunakan dalam pengukuran tersebut dapat dikaitkan dengan massa IPK. Situasi itu telah berubah secara radikal. Pada November 2018, komunitas ilmiah internasional memilih untuk mendefinisikan kembali kilogram, membebaskannya dari perwujudannya dalam



Gambar 2.1. Kilogram Standar (www.nist.gov/si-redefinition/kilogram)

satu artefak seukuran bola golf, dan mendasarkannya pada konstanta alam. Transformasi itu sangat penting dalam sejarah pengukuran. Setelah tahun 1960, kilogram adalah satu-satunya satuan SI yang masih didefinisikan dalam bentuk objek tunggal yang diproduksi. Jadi untuk memastikan keakuratan pengukuran massa dan berat, semua massa standar yang digunakan dalam semua pengukuran di seluruh dunia, secara teori, secara langsung dibandingkan dengan IPK yang disimpan oleh Biro Internasional untuk Berat dan Ukuran atau *International Bureau of Weights and Measures* (BIPM) di Sèvres, Prancis.

Meter Standar

Pada tahun 1927 NIST (dikenal sebagai Biro Standar Nasional) menganjurkan pola interferensi atom kadmium berenergi untuk dijadikan standar panjang praktis. Ini berguna karena artefak pengukuran internasional seperti meteran bar tidak bisa berada di

mana-mana sekaligus; namun, dengan peralatan yang tepat, para ilmuwan di mana saja dapat mengukur meteran dengan kadmium. Salinan mereka, betapapun baiknya, tidak seakurat aslinya. Baik artefak maupun salinannya tidak cocok untuk setiap pengukuran yang mungkin ingin dilakukan seseorang. Untuk mengutip satu contoh nyata, blok pengukur adalah standar panjang yang biasa digunakan dalam pemesinan. Karena pekerjaan yang sangat baik yang dituntut dari para masinis, standar kalibrasi mereka juga harus dibuat dengan baik. Menggunakan panjang gelombang kadmium (dan kripton), blok pengukur dapat disertifikasi untuk akurasi hingga 0,000001 inci per setiap inci (1 bagian per juta), tiga kali lebih dekat dari sebelumnya.

Pada pertengahan 1940-an, fisikawan nuklir mengarahkan neutron ke emas untuk mengubah atom menjadi merkuri. Fisikawan NIST William Meggers mencatat bahwa mengarahkan gelombang radio pada bentuk merkuri ini, yang dikenal sebagai merkuri-198, akan menghasilkan cahaya hijau dengan panjang gelombang yang terdefinisi dengan baik. Pada tahun 1945, Meggers membeli sejumlah kecil merkuri-198 dan mulai bereksperimen dengannya. Menerapkan teknik interferometri ke merkuri-198, tiga tahun kemudian dia menemukan cara yang tepat, dapat direproduksi dan nyaman untuk mendefinisikan meteran. Meggers mengukur panjang gelombang lampu hijau dari merkuri: 546,1 nanometer, atau sepersejuta meter. Satu meter akan didefinisikan sebagai jumlah yang tepat dari kelipatan panjang gelombang ini.

Pada tahun 1951, NIST mendistribusikan 13 "lampu Meggers" ke lembaga ilmiah dan laboratorium industri. Badan tersebut berusaha untuk lebih meningkatkan ketepatan tekniknya untuk mendefinisikan ulang meteran. Namun, dana untuk melakukan ini tidak segera tersedia, dan proyek tidak dapat diselesaikan sampai tahun 1959. Pada akhirnya, merkuri kalah dari kripton. Awalnya diusulkan sebagai atom pilihan oleh Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), lembaga metrologi nasional Jerman, isotop kripton-86 lebih banyak tersedia di Eropa dan mampu memberikan presisi yang lebih tinggi dalam

pengukuran laboratorium pada saat itu. Jadi, pada tahun 1960, *General Conference on Weights and Measures* (CGPM) ke-11 menyetujui definisi baru meter sebagai "panjang yang sama dengan 1.650.763,73 panjang gelombang dalam ruang hampa radiasi yang sesuai dengan transisi antara tingkat $2p_{10}$ dan $5d_5$ atom kripton-86." Dengan kata lain, ketika elektron dari bentuk umum kripton membuat lompatan energi tertentu, mereka melepaskan energi itu dalam bentuk cahaya jingga kemerahan dengan panjang gelombang 605,8 nanometer. Tambahkan 1.650.753,73 dari panjang gelombang itu dan Anda mendapatkan satu meter. Tapi standar kripton tidak bertahan terlalu lama. Itu karena para ilmuwan NIST dengan cepat mengembangkan kemampuan untuk mengukur kecepatan tercepat di alam semesta dengan andal dan tepat, yaitu kecepatan cahaya dalam ruang hampa. Cahaya yang paling kita kenal, jenis yang terlihat, hanyalah sebagian kecil dari spektrum elektromagnetik, yang membentang dari gelombang radio hingga sinar gamma. Jadi, ketika kita berbicara tentang kecepatan cahaya, kita berbicara tentang kecepatan semua radiasi elektromagnetik termasuk cahaya tampak. Karena cahaya memiliki kecepatan yang luar biasa cepat tetapi pada akhirnya terbatas, jika kecepatan itu diketahui, maka jarak dapat dihitung menggunakan rumus langsung: Jarak adalah kecepatan dikalikan waktu. Ini adalah cara yang bagus untuk mengukur jarak ke satelit dan pesawat ruang angkasa lainnya, Bulan, planet-planet dan, dengan beberapa teknik astronomi tambahan, benda-benda angkasa yang jauh lebih jauh. Kecepatan cahaya juga merupakan tulang punggung jaringan GPS, yang menentukan posisi Anda dengan mengukur waktu penerbangan sinyal radio antara satelit yang dilengkapi jam atom dan ponsel cerdas atau perangkat lain Anda. Dan mengetahui kecepatan cahaya merupakan bagian integral dari teknologi lain yang terkait erat yang disebut laser range, jenis radar yang sangat akurat yang dapat digunakan untuk memposisikan satelit dan mengukur serta memantau permukaan bumi. Kecepatan cahaya selama berabad-abad tetap merupakan kuantitas yang sulit dipahami, tetapi para ilmuwan mulai benar-benar

mendekatinya dengan penemuan laser pada tahun 1960, tahun yang sama ketika standar kripton diperkenalkan. Karakteristik sinar laser menjadikannya alat yang ideal untuk mengukur panjang gelombang cahaya. Semua yang hilang dari persamaan adalah pengukuran frekuensi cahaya yang sangat akurat, jumlah puncak gelombang yang melewati titik tetap per detik. Setelah frekuensi diketahui dengan cukup akurat, menghitung kecepatan cahaya semudah mengalikan frekuensi dengan panjang gelombang. Antara tahun 1969 dan 1979, para ilmuwan di laboratorium NIST di Boulder, Colorado, mencapai sembilan rekor dunia pengukuran frekuensi sinar laser. Yang perlu diperhatikan adalah rekor pengukuran tahun 1972 dengan laser baru yang distabilkan untuk melepaskan frekuensi cahaya tertentu. Cahaya berinteraksi kuat dengan gas metana, memastikan bahwa laser serupa akan beroperasi pada frekuensi yang sama, sehingga eksperimen dapat diulang. Pengukuran ini jauh lebih dapat direproduksi daripada apa pun dalam teknik yang disetujui tahun 1960 untuk menentukan meteran. Dipimpin oleh fisikawan NIST Ken Evenson, calon penerima Nobel Jan Hall, dan Don Jennings, hasilnya adalah nilai $c=299.792.456,2 \pm 1,1$ meter per detik, peningkatan seratus kali lipat dalam akurasi nilai yang diterima untuk kecepatan cahaya. Independen dari grup NIST Boulder, Zoltan Bay dan Gabriel Luther di markas besar NIST Gaithersburg, bekerja sama dengan John White, seorang rekan dari American University, telah menerbitkan nilai baru untuk kecepatan cahaya beberapa bulan sebelumnya. Kelompok Gaithersburg menggunakan skema cerdas untuk memodulasi cahaya dari garis 633 nm dari laser helium-neon menggunakan gelombang mikro. Menggunakan nilai panjang gelombang garis merah He-Ne yang diberikan sebelumnya oleh Christopher Sidener, Bay, Luther dan White diperoleh nilai $c=299.792.462 \pm 18$ meter per detik. Nilai ini, meskipun tidak ditentukan dengan tingkat ketidakpastian rendah yang diklaim beberapa bulan kemudian oleh kelompok Boulder, sepenuhnya konsisten dengan hasil mereka. Berdasarkan kemajuan ini dan kemajuan lainnya, meter didefinisikan ulang oleh perjanjian

internasional pada tahun 1983 sebagai panjang jalur yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa dalam $1/299.792.458$ detik. Definisi ini juga mengunci kecepatan cahaya pada $299.792.458$ meter per detik dalam ruang hampa. Panjang sekarang tidak lagi menjadi standar independen melainkan diturunkan dari standar waktu yang sangat akurat dan nilai baru yang ditentukan untuk kecepatan cahaya yang dimungkinkan oleh teknologi yang dikembangkan di NIST.

Sekon Standar

Waktu adalah kuantitas yang paling terukur di Bumi. Waktu membantu mengatur hidup kita dan mengoordinasikan aktivitas. Dalam sains, kita menggunakan waktu untuk mengukur dan lebih memahami banyak hal di dunia kita. Namun kita tidak bisa mengukur waktu secara langsung. Kita tidak dapat melihatnya, mendengarnya, merasakannya, menyentuhnya atau menciumnya. Alih-alih, kami mengukur interval waktu, durasi yang memisahkan dua peristiwa. Inilah yang sebenarnya diukur oleh sebuah jam; "waktu" adalah akumulasi dari peristiwa-peristiwa ini. Manusia pertama kali membagi waktu menjadi siang dan malam. Orang Mesir kuno kemudian membagi siang dan malam menjadi 12 bagian masing-masing, dengan jam siang hari lebih lama dari jam malam selama musim panas. Orang Yunani kuno kemudian mengusulkan untuk membagi hari menjadi 24 jam yang sama. Namun, orang-orang terus menggunakan jam dengan panjang yang tidak sama hingga akhir abad pertengahan di Eropa, ketika para biarawan mengembangkan jam mekanis untuk menetapkan waktu sholat dan jam kerja yang tetap.

Konsep menit dan tanggal kedua kembali ke zaman kuno, tetapi mereka berasal dari bidang astronomi, bukan ketepatan waktu. Empat ribu tahun yang lalu, bangsa Sumeria membagi lingkaran menjadi 360 derajat. Sekitar seribu tahun kemudian, astronom Babilonia, dan kemudian orang Yunani, menerapkan konsep ini untuk membagi langit menjadi 360 derajat. Lebih jauh, mereka membagi setiap derajat

menjadi 60 menit, dan setiap menit menjadi 60 detik. Berabad-abad kemudian, unit-unit ini menemukan jalannya ke dalam jam mekanis yang semakin presisi yang dikembangkan di Eropa abad pertengahan.

Di dunia modern, atom telah menjadi jam terbaik kita. Jam atom memungkinkan kita untuk membagi detik (satuan waktu internasional) menjadi bagian yang sangat kecil, membuka aplikasi baru dengan setiap subdivisi yang lebih halus. Atom cesium yang diberi energi khusus "berdetak" dengan frekuensi tertentu. Ilmuan menghitung 9.192.631.770 dari getaran itu dan menyebut interval waktu yang telah berlalu satu detik. Saat ini, jam cesium yang tersedia secara komersial menjaga waktu dalam 1/3,000,000 detik per tahun; jam eksperimental baru jutaan kali lebih presisi. Jam atom sejauh ini merupakan arloji paling mengesankan yang telah dikembangkan manusia, tetapi untuk mencapai definisi modern tentang detik ini adalah jalan yang panjang.

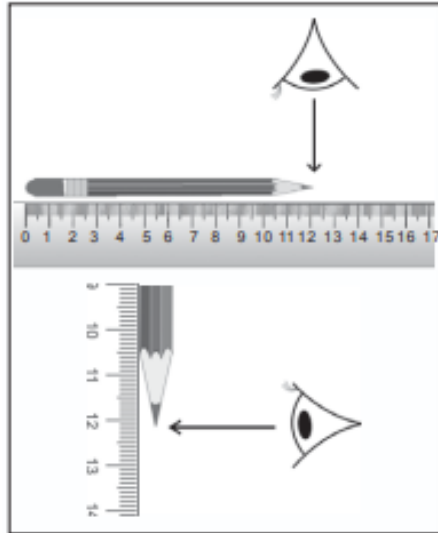
C. Pengukuran

Mengukur adalah keterampilan ilmiah yang penting. Anda mengukur sesuatu dengan membandingkan suatu benda dengan besaran yang digunakan sebagai satuan. Mengukur panjang meja menggunakan meteran, mengukur suhu tubuh menggunakan thermometer, "berat badan" menggunakan timbangan, mengukur waktu menggunakan stopwatch, mengukur tebal kertas menggunakan mikrometer sekrup. Hasil pengukuran yang kita lakukan akan muncul nilai/besarnya dengan satuan yang kita gunakan. Jadi, **pengukuran** adalah proses membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis yang ditentukan sebagai satuan menggunakan alat ukur tertentu.

Pengukuran Panjang

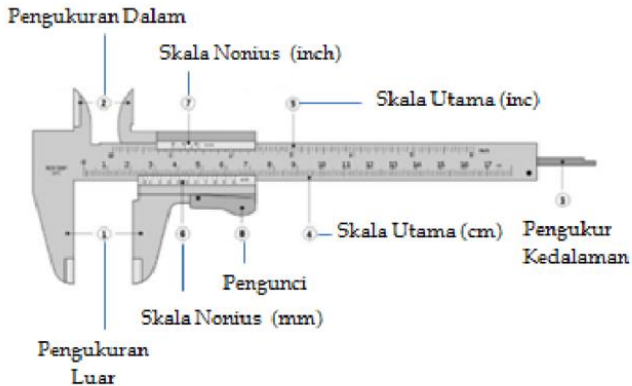
Mengukur besaran **panjang** dapat menggunakan beberapa alat seperti mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup. Masing-masing alat memiliki fungsi dan kegunaan tertentu.

Mengukur dengan mistar misalnya, sangat sering kita jumpai kesalahan dalam penggunaan mistar. Kesalahan tersebut berupa ketidaktepatan posisi mata saat melihat mistar atau dikenal dengan **kesalahan paralaks**. Dimana seharusnya posisi mata tegak lurus dengan mistar, namun mata kita biasanya agak miring. Kondisi ini turut mempengaruhi hasil pengukuran Panjang dengan mistar yang kita lakukan. Sebaiknya mungkin kita menghindari kesalahan ini dengan memposisikan mata tegak lurus dengan mistar seperti pada gambar.



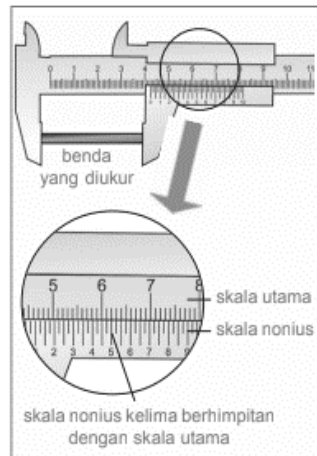
Gambar 2.2. Posisi mata saat Pengukuran menggunakan mistar

Mengukur dengan jangka sorong dapat digunakan untuk mengukur besaran Panjang dengan karakteristik khusus. Pada Jangka Sorong memiliki 3 kegunaan utama: (1) mengukur diameter dalam suatu permukaan, (2) mengukur diameter luar, dan (3) mengukur kedalaman suatu benda.



Gambar 2.3. Jangka Sorong (<https://slideplayer.info/slide/12455826/>)

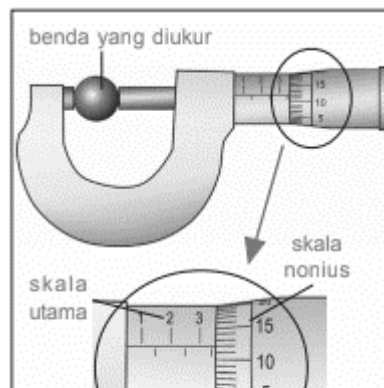
Jangka sorong mempunyai dua jenis skala, yaitu skala utama dan skala nonius yang dapat digeser-geser. Satu bagian skala utama, panjangnya 1 mm. Panjang 10 skala nonius adalah 9 mm. Ini berarti 1 skala nonius (jarak antara dua garis skala nonius yang berdekatan) sama dengan 0,9 mm. Jadi, selisih skala utama dengan skala nonius adalah $1\text{ mm} - 0,9\text{ mm} = 0,1\text{ mm}$ atau $0,01\text{ cm}$. Contoh pengukuran menggunakan jangka sorong ditunjukkan pada Gambar 2.3. Diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut.



Gambar 2.4. Pengukuran dengan Jangka sorong

- Skala Utama : 4,2 cm
- Skala Nonius : $5 \times 0,01\text{ cm} = 0,05\text{ cm}$
- Hasil Pembacaan : **4,25 cm**

Mikrometer sekrup adalah salah satu alat ukur panjang dengan



Gambar 2.5. Pengukuran dengan mikrometer sekrup

karakteristik lebih teliti/lebih kecil dibandingkan dengan jangka sorong maupun mistar. mikrometer sekrup mempunyai dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius. Skala utama ditunjukkan oleh silinder pada lingkaran dalam, sedangkan skala nonius ditunjukkan oleh selubung pada lingkaran luar. Jika selubung lingkaran luar diputar satu kali lingkaran penuh, skala utama akan berubah 0,5 mm. Selubung luar terbagi menjadi 50 skala sehingga 1 skala pada selubung luar adalah $0,5 \text{ mm} : 50 = 0,01 \text{ mm}$, yang merupakan skala terkecil pada mikrometer sekrup. Contoh pengukuran diameter gotri menggunakan mikrometer sekrup ditunjukkan pada Gambar 2.4. Diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut:

Skala utama : 3,5 mm

Skala nonius : $12 \times 0,01 \text{ mm} = 0,12 \text{ mm}$

Hasil Pembacaan : $3,62 \text{ mm} = 0,362 \text{ cm}$

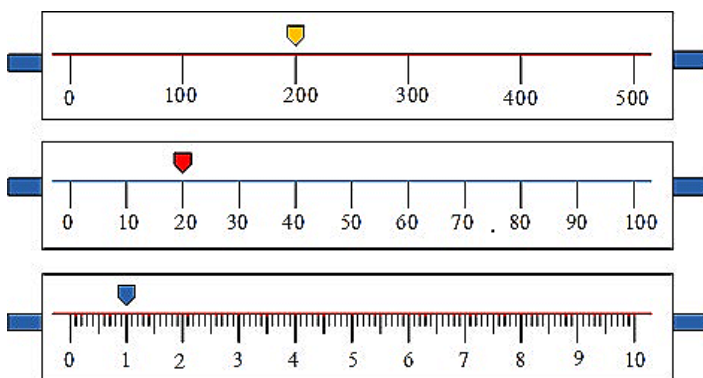
Pengukuran Massa

Alat yang digunakan untuk mengukur besaran massa adalah timbangan atau neraca. Ada bermacam-macam jenis timbangan atau neraca seperti ditunjukkan pada Gambar. Mulai dari neraca pegas, neraca tiga lengan (Ohaus), hingga neraca digital.



Gambar 2.6. Macam-macam neraca

Perhatikan contoh pengukuran dengan neraca Ohaus berikut:



Gambar 2.7. Hasil pengukuran dengan neraca Ohaus

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa:

Posisi anting lengan depan : 200,0 gram

Posisi anting lengan tengah : 20,0 gram

Posisi anting lengan belakang : 1,0 gram

Jadi massa benda adalah : 221,0 gram

Pengukuran waktu

Pengukuran waktu adalah menghitung lama suatu kejadian. Perjalanan dari rumah ke sekolah dimulai pukul 06.30 dan sampai pada pukul 06.45. Berapa lama perjalanan ke sekolah? Gambar 2.7 menunjukkan alat pengukuran waktu, yaitu jam analog dan digital.



Gambar 2.8. Jam Analog dan digital

Pernahkah anda melihat lomba lari atau balap sepeda? Petugas lomba biasanya mencatat waktu tempuh pelari atau pembalap tersebut. Alat apakah yang digunakan untuk mencatat waktu mereka? Alat tersebut adalah **stopwatch**. Gambar 2.8 menunjukkan cara memegang *stopwatch* analog yang benar. Tombol samping pada telunjuk adalah tombol start dan stop, sedangkan tombol atas pada ibu jari adalah tombol reset.



Gambar 2.9. Stopwatch analog dan cara memegang yang benar

Pengukuran Suhu

Pernahkah anda melakukan pengukuran suhu? Alat apa yang digunakan? Untuk mengukur besaran suhu, digunakan **Termometer**. Apakah kita tidak bisa menggunakan indera peraba kita untuk menentukan suhu suatu benda misalkan suhu air di kamar mandi? Pada saat hujan lebat, anda yang pernah bermain hujan-hujan di luar, secara spontan saat masuk ke kamar mandi akan merasakan bahwa air kamar mandi bersuhu hangat. Sebenarnya hal ini tidak tepat. Kita merasakan hangatnya air kamar mandi karena suhu tangan kita lebih dingin dibandingkan suhu air di kamar mandi. Indera peraba/tangan

kita bisa menentukan secara kualitatif, namun tidak akurat sehingga tidak bisa kita gunakan sebagai acuan menentukan suhu suatu zat.

Berikut ini contoh lainnya bahwa indra peraba bersifat relatif dalam menentukan nilai derajat panas suatu keadaan. Pernahkah anda pergi berkemah ke daerah pegunungan? Ketika malam hari saat berkemah di daerah pegunungan, anda akan merasakan bahwa cuaca di sekitar terasa dingin sehingga anda memerlukan jaket tebal untuk menghangatkan tubuh. Lain halnya dengan penduduk di sekitar pegunungan, mereka tidak terlalu merasakan dingin karena mereka sudah terbiasa dengan keadaan dingin di pegunungan. Hal ini membuktikan bahwa indra peraba tidak dapat digunakan untuk mengukur derajat panas suatu benda karena setiap orang memiliki perbedaan dalam merasakan suhu di sekitarnya. Dengan menggunakan besaran suhu, anda dapat menentukan panas dan dingin suatu keadaan secara pasti. Jadi, suhu adalah besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu benda.

Termometer berdasarkan bahan pembuat

Termometer yang digunakan memiliki beragam jenis, berdasarkan zat cair pengisi/pembuat nya terdapat termometer yang berisi **Raksa** dan **Alkohol**. Kedua zat cair tersebut masing-masing memiliki keunggulan/kelebihan dan kekurangan.

Raksa

Keuntungan menggunakan raksa sebagai pengisi termometer adalah sebagai berikut:

1. Warnanya mengkilap seperti perak sehingga mudah dilihat.
2. Perubahan volumenya teratur pada saat terjadinya perubahan suhu.
3. Tidak membasahi dinding kaca.
4. Jangkauan suhunya cukup lebar ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $350\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut:

1. Harga raksa mahal.
2. Raksa tidak dapat mengukur suhu yang sangat rendah.

Alkohol

Keuntungan menggunakan alkohol sebagai pengisi termometer adalah sebagai berikut:

1. Untuk menaikkan suhu kecil, alkohol mengalami perubahan volume lebih besar sehingga dapat mengukur suhu dengan teliti.
2. Dapat mengukur suhu yang sangat rendah.

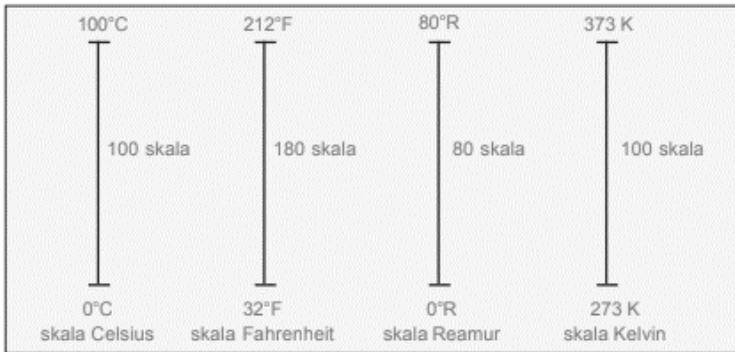
Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut:

1. Titik didih rendah (78°C) sehingga pemakaiannya terbatas.
2. Tidak berwarna, sehingga perlu diberi warna agar mudah dilihat.
3. Membasahi dinding kaca.

Skala Suhu dan Perbandingannya

Sampai saat ini ada empat jenis skala suhu yang sering digunakan di antaranya adalah skala **Celsius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin**. Skala Celsius merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Skala Celsius ditetapkan oleh seorang fisikawan Swedia yang bernama Andreas Celsius (1701 – 1744). Skala temperatur Celsius menggunakan satuan 'Derajat Celsius' (simbol $^{\circ}\text{C}$). Pada skala Celsius, titik beku air ditetapkan sebagai titik tetap bawah, yaitu sebesar 0°C dan titik didih air ditetapkan sebagai titik tetap atas, yaitu sebesar 100°C . Jarak antara kedua titik tetap ini dibagi menjadi 100 skala. Pada skala Fahrenheit, titik beku air ditetapkan sebesar 32°F dan titik didih air ditetapkan sebesar 212°F . Jarak kedua titik tetap ini dibagi dalam 180 skala. Skala Fahrenheit banyak digunakan di Inggris, Kanada, dan Amerika Serikat. Pada skala Reamur, titik beku air ditetapkan sebesar 0°R dan titik didih air ditetapkan sebesar 80°R . Jarak antara kedua titik tetap ini dibagi ke dalam 80 skala. Skala

Kelvin ditetapkan oleh fisikawan Inggris Lord Kelvin. Skala Kelvin memiliki satuan Kelvin (disingkat K, bukan °K karena Kelvin adalah skala mutlak dari Celsius). Pada skala Kelvin, tidak ada skala negatif karena titik beku air ditetapkan sebesar 273 K dan titik didih air ditetapkan sebesar 373 K. Hal ini berarti suhu 0 K sama dengan $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Suhu ini dikenal sebagai suhu nol mutlak. Para ilmuwan yakin bahwa pada suhu nol mutlak, molekul-molekul diam atau tidak bergerak. Dengan alasan inilah skala Kelvin sering digunakan untuk keperluan ilmiah. Skala Kelvin merupakan satuan internasional untuk temperatur.



Gambar 2.10. Perbandingan skala Celsius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin

Perbandingan antara Celsius, Reamur, dan Fahrenheit dapat dinyatakan berdasarkan rentang skala pada gambar 2.10.

$^{\circ}\text{C} : ^{\circ}\text{R} : ^{\circ}\text{F}$ adalah $100 : 80 : 180$ atau sama dengan $5 : 4 : 9$

Misal merubah 40°C menjadi $^{\circ}\text{R}$, maka cara yang kita gunakan $\frac{4}{5} \times 40 = 32^{\circ}\text{R}$. Kita tidak perlu menambah atau mengurangi dengan angka lain karena titik bawah kedua skala tersebut adalah sama-sama 0. Beda lagi jika kita ingin merubah ke skala Fahrenheit $\frac{9}{5} \times 40 = 72$, angka ini masih perlu kita tambah 32 karena titik bawah skala Fahrenheit adalah 32. Sehingga menjadi 104°F (bandingkan dulu baru ditambah dengan 32). Kasus lain misalnya 140°F hendak kita ubah menuju skala Celsius, perhatikan bahwa skala

bawah Fahrenheit 32 dan Celsius 0, sehingga 140°F perlu kita kurangi dulu dengan 32 menjadi 108, setelah itu baru dilakukan proses perbandingan $5/9 \times 108 = 60^{\circ}\text{C}$ (dikurangi 32 dulu baru dibandingkan).

Contoh lain misalnya kita hendak merubah 122°F menjadi $^{\circ}\text{C}$ dan $^{\circ}\text{F}$, maka yang perlu kita lakukan terlebih dahulu adalah mengurangi 122 dengan 32, sama dengan 90, setelah itu baru kita bandingkan $5/9 \times 90 = 50^{\circ}\text{C}$ dan $4/9 \times 90 = 40^{\circ}\text{R}$.

Untuk lebih mengasah keterampilan ini perlu berlatih beberapa soal:

1. $25^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{F}$
2. $60^{\circ}\text{R} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{F}$
3. $176^{\circ}\text{F} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots ^{\circ}\text{R}$
4. $27^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$
5. $64^{\circ}\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$

Tahukah Anda?

Mengukur jarak benda di langit



Gambar 2.11. Galaksi Andromeda (*idntimes.com*)

Ilmuwan menemukan bahwa cahaya merambat pada 299.792.500 meter per detik. Pada tahun 1970-an seorang astronot Amerika bisa

memasang reflektor di permukaan bulan. Kemudian laser kecepatan tinggi diarahkan ke sana dan dipantulkan kembali ke bumi. Waktu yang diperlukan untuk perjalanan dari dan kembali ke bumi dicatat, dan jarak antara bumi dan bulan dapat ditentukan, yaitu 378.000.000 meter. Para astronom memutuskan unit tertentu untuk diukur jarak benda di langit disebut tahun cahaya. Satu tahun cahaya sama dengan jarak yang ditempuh cahaya dalam setahun, atau sama dengan 9.500.000.000.000 meter atau 9,5 triliun kilo meter. Jarak Galaksi Andromeda dari galaksi kita sekitar 2 juta tahun cahaya

Daftar Pustaka

- Giancolli, D.C. (1999). Fisika Dasar Jilid 1 Edisi 7. Jakarta : Erlangga
- Halliday, D., Resnick, R. (1960). Fundamentals of Physics. NY: (John Wiley & Sons, Inc.)
- Halliday, D., Resnick, R. (2012) Fisika Dasar Jilid 1 Edisi 7 Bahasa Indonesia. Jakarta : Erlangga
- TEAM. (2007). Science Student's Book Junior High School Year VII. Ministry of National Education Directorate General of Management of Basic And Secondary Education Directorate of Junior High School Development Jakarta
- Wasis., Irianto, S.Y. (2008). Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP dan MTs kelas VII: Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- www.nist.gov
- www.idntimes.com
- www.slideplayer.info

BAB III

GAYA, GERAK DAN ENERGI

Darmawan Harefa

A. Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan yang terjadi pada suatu benda. Gaya ini menimbulkan perubahan posisi, gerak atau perubahan bentuk benda (Harefa, 2020). Konsep pengertian gaya umumnya dijelaskan dalam istilah tiga hukum gerak Isaac Newton hukum yang ditetapkan dalam karyanya *Principia Mathematica* (1687). Berdasarkan Prinsip pertama Newton, benda yang diam atau bergerak dengan laju yang seragam dalam garis lurus akan tetap dalam keadaan itu sampai ada gaya yang diterapkan padanya.

Dalam hukum I Newton sebenarnya menjelaskan pengertian gaya. Gaya adalah penyebab perubahan gerakan, dan bukan penyebab gerakan. Oleh karena itu, apabila resultan gaya sama dengan nol yang bekerja pada suatu benda, maka akan berakibat benda tersebut tidak akan bergerak di mana benda tersebut bergerak dengan kelajuan tetap. Hal tersebut berarti jika benda bergerak dengan kecepatan tertentu maka benda tersebut akan bergerak lurus dengan kecepatan tersebut. Gaya mempunyai lambang huruf F yang merupakan kepanjangan dari Force.

Hukum kedua mengatakan bahwa ketika gaya eksternal bekerja pada tubuh, ia menghasilkan percepatan (perubahan kecepatan) tubuh dalam arah gaya. Besarnya percepatan berbanding lurus dengan besarnya gaya luar dan berbanding terbalik dengan jumlah materi di dalam benda.

Selanjutnya pada hukum II Newton menjelaskan bagaimana hubungan antara resultan gaya dengan perubahan gerakan yang timbul. Newton memahami perubahan gerakan bukan hanya perubahan kecepatan tapi juga merupakan perubahan momentum yaitu perkalian antara massa dan kecepatan benda. Pada hukum II Newton tentang gerak menyatakan bahwa resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan laju perubahan momentum benda tersebut.

Hukum ketiga Newton menyatakan bahwa ketika satu benda memberikan gaya pada benda lain, benda kedua memberikan gaya yang sama pada benda pertama. Prinsip aksi dan reaksi ini menjelaskan mengapa suatu gaya cenderung mengubah bentuk benda (yaitu, mengubah bentuknya) terlepas dari apakah gaya itu menyebabkan benda bergerak atau tidak (Harefa, 2020).

Pada hukum III Newton menyatakan bahwa gaya akan selalu mendapatkan reaksi dan juga gaya akan selalu berpasangan.

B. Jenis-jenis Gaya

1. Gaya sentuhan

Jika dua buah benda saling bersentuhan sebenarnya benda tersebut saling mengerjakan gaya satu sama lain. Contoh gaya sentuhan adalah gaya normal. Gaya yang besarnya sama dengan yang dialami sebuah benda tapi arahnya saling berlawanan itulah yang kita sebut gaya normal. Misalnya sebuah buku yang kita letakkan di atas meja, buku tersebut akan tertarik oleh bumi dengan gaya berat W . Meja kemudian melakukan gaya terhadap buku sebagai reaksi yang bisa kita sebut sebagai gaya Normal. Gaya normal ini sama dengan gaya yang benda alami tapi arahnya berlawanan.

2. Gaya gesek kering

Jika dua buah benda saling bersentuhan, selain gaya sentuhan normal maka akan terdapat perbedaan keadaan gerak antara

keduanya yaitu gerak relatif antara kedua benda maka akan muncul gaya gesek yang dikerjakan suatu benda terhadap benda lain. Di mana arah gesek ini selalu berlawanan dengan arah gerak benda tersebut. Secara makroskopis penyebab adanya gaya gesek adalah adanya interaksi melalui terbentuknya gaya ikat antara molekul yang berada di permukaan suatu benda dengan molekul-molekul pada permukaan benda yang lain saat keduanya saling bersentuhan.

3. Gaya tegangan

Misalnya sebuah balok yang kita pasang dengan tali kemudian tali kita tarik dengan tangan kita. Saat kita tarik ikatan molekul-molekul dalam akan bereaksi sehingga akan melawan tarikan tangan kita. Karena kaitan tali dengan ujung balok akan cukup kuat menahan tarikan yang kita lakukan menyebabkan balok tertarik ke kanan. Penyebab tali menarik balok ke kanan adalah gaya yang diteruskan sepanjang tali itu yang bisa disebut dengan gaya tegangan tali.

4. Gaya atau interaksi Fundamental (mendasar)

Gaya fundamental (mendasar) merupakan gaya yang tidak dapat kita jelaskan lagi sebagai perwujudan gaya-gaya lain adalah gaya gravitasi. Ada empat gaya interaksi yang mendasar yaitu gaya gravitasi, gaya elektromagnet, gaya nuklir lemah dan gaya nuklir kuat. Interaksi yang lemah mempunyai jangkauan pendek pada jarak yang makroskopis. Hal tersebut mengakibatkan partikel elementernya tidak perlu kita perhitungkan

Gaya gravitasi merupakan interaksi yang paling lemah pada interaksi lainnya. Hal tersebut menyebabkan interaksi partikel elementernya bisa tidak kita perhitungkan. Interaksi tersebut dapat terjadi karena adanya massa dan selalu tarik-menarik.

Untuk gaya nuklir lemah memiliki pengertian yaitu gaya yang memiliki jangkauan pendek yaitu 10^{-18} meter.

Gaya ini dapat bereaksi pada partikel quark sehingga dapat membentuk proton dan neutron. Di mana gaya tersebut ini bertanggung jawab atas terjadinya peluruhan beta. Gaya elektromagnetik merupakan gaya yang bertanggungjawab atas terbentuknya atom dan molekul serta ikatan-ikatan antara molekul. Interaksi ini dapat terjadi jika dua buah benda memiliki muatan listrik. Muatan ini ada dua jenis yaitu muatan negatif dan muatan positif. Dua muatan yang sejenis akan tolak menolak dan muatan yang tidak sejenis akan tarik menarik. Inilah gaya yang dapat menyebabkan sisir yang kita gosok ke rambut akan menarik potongan-potongan kertas Selain gaya nuklir lemah ada juga gaya nuklir kuat yaitu gaya yang tarik-menarik yang sangat kuat. Gaya ini yang mengikat partikel-partikel quark yang dapat membentuk proton dan neutron dan partikel—partikel eksotik subatomik yang lain.

C. Macam-Macam Gaya

1. Gaya normal

Gaya normal adalah gaya reaksi yang timbul ketika suatu benda diletakkan secara tegak lurus di atas sebuah permukaan bidang. Besarnya gaya normal yang terjadi pada suatu benda ditentukan oleh besarnya gaya lain yang juga bekerja pada benda pada saat yang sama.

Misalnya, jika sebuah buku bertumpu pada suatu permukaan, maka permukaan tersebut mengerahkan gaya ke atas pada buku tersebut untuk menopang bobot buku. Kadang-kadang, gaya normal diberikan secara horizontal antara dua benda yang bersentuhan satu sama lain. Misalnya, jika seseorang bersandar ke dinding, dinding tersebut mendorong orang tersebut secara horizontal.

2. **Gaya otot**

Gaya otot adalah macam-macam gaya yang dimiliki makhluk hidup yang mempunyai otot. Gaya ini timbul dari adanya koordinasi antara struktur otot dengan rangka tubuh. Gaya otot termasuk ke dalam kelompok Gaya sentuh.

Contoh gaya otot adalah ketika seseorang mengangkat beban. Untuk mengangkat beban, otot di dalam tubuhnya berkoordinasi sehingga mampu menggerakkan tangan untuk mengangkat beban yang ada.

3. **Gaya pegas**

Gaya Pegas adalah macam gaya yang dihasilkan oleh sebuah pegas yang memiliki sifat elastis. Gaya pegas muncul karena pegas bisa merapat dan meregang sehingga bentuknya bisa kembali seperti semula setelah terjadi gaya tersebut. Contoh gaya pegas adalah ketika seseorang pemanah menarik anak panah.

4. **Gaya Gesek**

Gaya gesek adalah macam-macam gaya yang muncul akibat adanya sentuhan langsung antara dua permukaan benda. Gaya gesek memiliki arah yang selalu berlawanan dengan arah gerak benda.

Besar kecilnya gaya gesekan ditentukan oleh halus atau kasarnya permukaan benda. Semakin halus permukaan, maka semakin kecil gaya gesekan yang muncul. Gaya gesek dibagi menjadi dua, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetik.

5. **Gaya Mesin**

Gaya mesin adalah gaya yang dihasilkan dari kerja mesin. Contoh gaya mesin terdapat pada mobil, motor, atau

peralatan elektronik. Gaya mesin dinilai sangat efektif dalam membantu meringankan aktivitas manusia.

6. **Gaya gravitasi**

Gaya gravitasi adalah macam-macam gaya tarik terhadap seluruh benda bermassa yang terdapat pada permukaannya. Salah satu contoh paling dekat adalah gaya gravitasi bumi. Jika tidak terdapat gaya gravitasi di bumi, maka setiap benda yang ada akan melayang seperti di luar angkasa.

7. **Gaya listrik**

Gaya listrik yaitu jenis gaya yang dihasilkan oleh benda-benda bermuatan listrik dalam medan listrik. Contohnya kipas angin yang bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi gerak.

8. **Gaya magnet**

Gaya magnet merupakan konsekuensi dari gaya elektromagnetik, salah satu dari empat gaya dasar alam, dan disebabkan oleh gerakan muatan. Dua benda yang mengandung muatan dengan arah gerak yang sama memiliki gaya tarik magnet di antara keduanya. Demikian pula, benda-benda dengan muatan yang bergerak ke arah berlawanan memiliki gaya tolak di antara mereka.

Besarnya gaya magnet di antara keduanya bergantung pada seberapa besar muatan dalam seberapa banyak gerakan di masing-masing objek dan seberapa jauh jaraknya. Arah gaya tergantung pada arah gerak relatif muatan dalam setiap kasus.

9. **Gaya tegangan**

Gaya tegangan adalah macam-macam gaya yang disalurkan melalui tali, kabel atau kawat saat ditarik kencang oleh gaya yang bekerja dari ujung yang berlawanan. Gaya

tegangan diarahkan di sepanjang kabel dan menarik secara merata pada objek di ujung kabel yang berlawanan.

10. Gaya hambatan udara

Hambatan udara adalah jenis gaya gesekan khusus yang bekerja pada benda saat bergerak di udara. Gaya hambatan udara sering diamati untuk melawan gerakan suatu benda. Gaya ini bisa terlihat pada objek yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Contohnya skydiver, pemain ski yang menuruni bukit, atau objek dengan area permukaan yang luas.

D. Gerak

1. Pengertian Gerak dalam Fisika

Dalam fisika, gerak berarti perubahan terus menerus pada posisi tubuh relatif terhadap titik referensi, sebagaimana diukur oleh pengamat tertentu dalam kerangka referensi tertentu. Sampai akhir abad ke-19, hukum gerak Newton, yang ia anggap aksioma atau postulat dalam Principia-nya yang terkenal, adalah dasar dari apa yang kemudian dikenal sebagai fisika klasik.

Perhitungan lintasan dan kekuatan benda yang bergerak berdasarkan fisika Newton atau fisika klasik sangat sukses hingga fisikawan mulai dapat mengukur dan mengamati fenomena fisik yang sangat cepat. Pada kecepatan yang sangat tinggi, persamaan fisika klasik tidak dapat menghitung nilai yang akurat. Untuk mengatasi masalah ini, ide-ide Henri Poincaré dan Albert Einstein tentang fenomena dasar gerak diadopsi sebagai pengganti Newton.

Sedangkan hukum gerak Newton memberikan asumsi bahwa nilai absolut ruang dan waktu dalam persamaan gerak, model Einstein dan Poincaré, yang sekarang disebut teori

relativitas khusus, mengasumsikan nilai untuk konsep-konsep ini dengan titik nol sembarang. Karena persamaan relativitas khusus menghasilkan hasil yang akurat pada kecepatan tinggi dan Newton tidak, model relativitas khusus sekarang diterima untuk menjelaskan benda yang bergerak (ketika kita mengabaikan gravitasi).

Namun, sebagai hal yang praktis, persamaan Newton jauh lebih mudah digunakan daripada persamaan relativitas khusus dan oleh karena itu lebih sering digunakan dalam fisika dan teknik terapan.

2. **Pengertian Gerak Fisika Menurut Para Ahli**

Adapun definisi gerak dalam fisika menurut para ahli, antara lain:

a. **Encyclopedia Britannica**

Gerak, dalam fisika, berubah seiring waktu berdasarkan posisi atau orientasi tubuh. Gerak di sepanjang garis atau kurva disebut translasi. Gerak yang mengubah orientasi tubuh disebut rotasi. Dalam kedua kasus semua titik dalam tubuh memiliki kecepatan yang sama (kecepatan diarahkan) dan percepatan yang sama (laju waktu perubahan kecepatan). Jenis gerak yang paling umum menggabungkan translasi dan rotasi.

b. **Wikipedia**

Dalam fisika, gerak adalah perubahan posisi suatu benda dari waktu ke waktu. Gerak secara matematis dijelaskan dalam hal perpindahan, jarak, kecepatan, akselerasi, kecepatan, dan waktu. Gerakan tubuh diamati dengan melampirkan kerangka acuan ke pengamat dan mengukur perubahan posisi tubuh relatif terhadap kerangka itu.

3. Macam Gerak di Fisika dan Contohnya

Berikut ini macam-macam gerak dalam fisika, antara lain:

1) Gerak Berdasarkan Posisi Tiap-Tiap Partikel Atau Titik Dalam Suatu Benda

Dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Gerak Translasi

Gerak translasi merupakan gerak berpindahnya suatu benda dari satu tempat ke tempat yang lain, di mana masing-masing partikel atau titik dalam benda selama selang waktu yang tertentu menempuh jarak dan bentuk lintasan yang sama.

Dalam gerak translasi, benda bergerak sepanjang garis tanpa rotasi apa pun. Garisnya bisa lurus atau melengkung. Secara skematis, pada grafik tipikal dengan sumbu x dan y , jika suatu titik bergeser dari titik asal pada $(0,0)$ ke titik $(3,4)$, teorema Pythagoras dapat digunakan untuk menunjukkan bahwa titik tersebut telah mengalami 5 unit gerak linier (akar kuadrat dari $3^2 + 4^2$ adalah 5).

Sebuah mobil yang bergerak dalam garis lurus memiliki gerakan translasi. Demikian pula, sebuah pesawat bergerak lurus dalam gerakan translasi. Contoh gerak translasi lainnya misalnya yaitu gerak kereta, gerakan burung, gerakan serangga, gerakan molekul gas, gerakan penghapus saat digunakan untuk membersihkan papan tulis.

b. Gerakan Putar (Rotasi)

Gerak rotasi atau gerak putar merupakan gerakan suatu benda dimana setiap titik atau posisi partikel pada benda memiliki jarak yang tetap terhadap suatu sumbu tertentu.

Bumi yang berputar mengelilingi matahari adalah contoh dari gerak rotasi. Gerakan bulan di sekitar bumi juga merupakan contoh gerakan melingkar. Contoh lain gerak melingkar dalam kehidupan sehari-hari misalnya gerak elektron di sekitar nukleus.

2) Gerak Berdasarkan Titik Acuannya

Dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Gerak Semu

Gerak semu merupakan gerak suatu benda yang sebenarnya diam tapi seolah-olah tampak bergerak. Gerak semu ini biasanya terjadi jika seorang pengamat berada pada tempat yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Contohnya yaitu gerakan matahari yang seolah-olah mengelilingi bumi padahal yang terjadi adalah sebaliknya.

b. Gerak Relatif

Gerak relatif merupakan gerak suatu benda jika diamati dari titik acuan tertentu, tapi belum tentu bergerak jika diamati pada titik acuan yang lain. Contohnya yaitu seseorang yang sedang naik kereta api. Orang tersebut bisa dikatakan bergerak jika titik acuannya ialah stasiun tapi dikatakan diam jika acuannya adalah kereta api.

3) Gerak Berdasarkan Bentuk Lintasannya

Dibedakan menjadi , yaitu:

a. Gerak Lurus

Gerak lurus merupakan gerak suatu benda dengan lintasan berupa garis lurus. Berdasarkan pada besarnya kecepatan linearnya, gerak lurus bisa dibedakan menjadi dua, yaitu:

Gerak Lurus Beraturan (GLB), yaitu gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kecepatan konstan (tetap). Contohnya yaitu seseorang yang mengendarai sepeda motor pada jalan raya yang lurus dengan kecepatan tetap.

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), yaitu gerak suatu benda pada lintasan yang lurus dengan kecepatan yang berubah-ubah secara beraturan. Contohnya yaitu seseorang yang mengendarai sepeda motor pada jalan raya yang lurus tapi dengan kecepatan yang kadang ditambah atau dikurangi secara berkala.

Dengan mendasarkan pada nilai percepatannya, GLBB bisa dibedakan menjadi dua, yaitu:

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dipercepat, yaitu gerak benda pada lintasan yang lurus dengan percepatan yang selalu bertambah selama selang waktu tertentu.

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) diperlambat, yaitu gerak benda pada lintasan yang lurus dengan percepatan yang selalu berkurang selama selang waktu tertentu.

b. Gerak Parabola

Gerak parabola merupakan gerak suatu benda yang membentuk lintasan parabola (setengah lingkaran). Galileo berpendapat bahwa gerak parabola bisa terjadi karena hasil perpaduan antara gerak lurus beraturan pada sumbu horizontal dan gerak lurus berubah beraturan pada sumbu vertikal.

Contoh gerak parabola misalnya seorang pemain bola kaki yang melakukan tendangan tendangan jarak jauh berbentuk gerak parabola ke arah gawang.

c. Gerak Melingkar

Gerak melingkar merupakan gerak suatu benda yang lintasannya berupa lingkaran mengelilingi suatu titik tetap (sumbu putar). Contoh gerak melingkar yaitu gerakan jarum jam analog.

Berdasarkan besarnya kecepatan sudutnya, gerak melingkar bisa dibedakan menjadi dua yaitu:

- a) Gerak Melingkar Beraturan (GMB), yaitu gerak suatu benda yang lintasannya berupa lingkaran dengan kecepatan sudut tetap.
- b) Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB), yaitu gerak suatu benda yang lintasannya berupa lingkaran dengan kecepatan sudut tetap berubah-ubah secara beraturan.

4) Selain macam-macam gerak di atas, ada pula yang namanya gerak resiprokal dan gerak berosilasi.

a. Gerakan Maju-Mundur (*Reciprocating*)

Gerak resiprokal terkait dengan bentuk gerak lain, khususnya gerak berosilasi. Dalam bentuk gerak ini, sebuah objek ditranslasi, atau dipindahkan secara linear, dalam satu arah dan kemudian kembali di sepanjang jalur yang sama di arah yang berlawanan sampai kembali ke titik awalnya; siklus ini kemudian diulang.

Salah satu contohnya adalah gergaji listrik. Contoh lainnya misalnya seseorang yang mengemudi ke tempat kerja dan kemudian pulang ke rumah di rute yang sama delapan jam kemudian, dan kemudian mengulangnya hari demi hari.

Hal tersebut mungkin tampak seperti upaya yang sangat berbeda, tetapi dalam kenyataannya mereka

hanya berbeda dalam skala waktu dan jarak; gergaji dapat bergerak melalui amplitudo hanya setengah meter dan menempuh seluruh jalur keluar masuknya beberapa kali per detik, sementara seorang komuter dapat melakukan perjalanan 20 mil dua kali sehari.

b. Gerakan Berosilasi

Hal-hal yang bergerak secara timbal balik, tetapi dengan unsur-unsur gerak rotasi seperti berayun, dikatakan berosilasi.

Sebuah pendulum, yang berayun dari titik tetap lampiran dan menelusuri busur, adalah contoh klasik. Sprinkler atau kipas berosilasi melakukan hal yang sama, kecuali bahwa ini berosilasi dalam bidang horizontal daripada bidang vertikal dan didukung oleh motor daripada gravitasi.

E. Energi

Energi dalam fisika adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau sebuah perubahan. Misalnya, saat kita mengendarai sepeda motor, kecepatan yang dikeluarkan motor saat kita kendarai merupakan energy (Istamar, 2016).

Selain itu, matahari juga dikenal sebagai sumber energi yang diperlukan dalam proses pertumbuhan tanaman dan siklus air. *Joule* merupakan satuan internasional untuk energi. Satuan *joule* merupakan satuan yang diturunkan dari satuan jarak dan satuan gaya dalam sistem newton dan meter (Harefa, 2020).

“Dalam ilmu fisika, energi merupakan kemampuan suatu benda dalam melakukan usaha.”

Bentuk-Bentuk Energi

Energi yang dimiliki suatu benda dalam bermacam-macam bentuknya. Bentuk-bentuk energi, di antaranya:

1. Energi Kinetik

Energi kinetik merupakan energi yang disebabkan oleh gerak benda yang memiliki berat atau massa. Semua benda yang bergerak dengan kecepatan akan memiliki energi kinetik, sementara benda yang diam tidak memiliki energi kinetik.

Rumus energi kinetik, yaitu $E_k = \frac{1}{2} \times m \cdot v^2$.

" E_k " adalah energi kinetik dengan satuan joule, sedangkan " m " adalah massa benda, dan " v " adalah kecepatan benda.

Semakin benda bergerak cepat, maka energi kinetik dalam benda tersebut akan semakin besar. Sama halnya dengan massa benda, ketika massa benda semakin besar, maka energi kinetiknya akan semakin besar juga. Beberapa contoh energi kinetik dalam kehidupan sehari-hari, yaitu saat kita mengendarai kendaraan dengan kecepatan yang konstan.

“Energi kinetik disebabkan oleh gerak suatu benda dan memiliki rumus $E_k = 0,5 \times m \cdot v^2$.”

2. Energi Potensial

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki suatu benda karena kedudukan atau posisi benda tersebut terhadap acuannya.

Energi potensial terbagi dua, yaitu energi potensial gravitasi dan energi potensial elastis.

- a. Energi potensial gravitasi adalah energi yang tersimpam dari hasil interaksi gravitasi bumi dan benda.
- b. Sementara, energi potensial elastik adalah energi yang tersimpan pada benda-benda elastik, seperti karet dan pegas.

Rumus dari energi potensial adalah $E_p = m \times g \times h$.

" E_p " merupakan energi potensial, " m " merupakan massa, " g " merupakan percepatan gravitasi dan " h " adalah tinggi benda. Semakin tinggi posisi benda dengan titik acuannya, maka energi potensial gravitasinya akan semakin besar.

Pada kehidupan sehari-hari, kita bisa melihat energi potensial dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang mengubah energi potensial menjadi energi listrik.

“Benda yang berada pada ketinggian tertentu tetapi posisinya diam akan memiliki energi potensial.”

3. Energi Mekanik

Energi mekanik merupakan gabungan dari energi potensial dan energi kinetik.

Rumus energi mekanik, yaitu $E_m = E_k + E_p$.

" E_m " merupakan energi mekanik, " E_k " merupakan energi kinetik, dan " E_p " merupakan energi potensial.

Dari rumus tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa energi potensial dan energi kinetik memiliki nilai yang sama besar. Saat energi potensial dan kinetik memiliki nilai yang besar, maka energi mekaniknya akan memiliki nilai yang besar juga (Hartono. S, 2015).

Daftar Pustaka

- Harefa, D. (2020). *Belajar Fisika Dasar untuk Guru, Mahasiswa dan Pelajar*. CV. Mitra Cendekia Media.
- Harefa, D. (2020). Peningkatan Strategi Hasil Belajar IPA Fisika Pada Proses Pembelajaran Team Gateway. *Jurnal Ilmiah Aquinas*, 3(2), 161–186.
- Harefa, D. (2020). *Ringkasan, Rumus & Latihan soal Fisika Dasar*. CV. Mitra Cendekia Media.
- Hartono. S. (2015). *Jagoan Fisika SMA kelas X, XI dan XII*. Cabe Rawit.
- Istamar, S. (2016). *IPA –Fisika untuk SMP Kelas VII*. Penerbit Erlangga.

BAB IV

SUHU DAN KALOR

Novika Lestari

A. Suhu

Konsep suhu seringkali diartikan dengan panas atau dinginnya suatu benda ketika menyentuh dengan indra. Indra dapat digunakan sebagai indikator kualitatif suhu namun tidak dapat digunakan sebagai indikator kuantitatif suhu (Halliday, Resnick & Walker, 2013). Hal ini dikarenakan indra memungkinkan hasil yang tidak akurat. Misalnya tangan kita setelah memegang es, tiba-tiba memegang badan kawan kita yang sedang demam. Apakah yang dirasa oleh tangan saat awal menyentuh kulit kawan kita? Badan kawan kita yang demam bisa terasa lebih dingin dibandingkan kondisi sesungguhnya.



Gambar 1. Orang yang mengalami demam (alodokter.com, 2021)

Sebelum memahami tentang konsep suhu maka perlu pahami dulu tentang kontak termal dan kesetimbangan termal. Kontak termal terjadi ketika kita menempatkan dua benda dengan suhu berbeda melakukan pertukaran energi dalam wadah yang terisolasi sehingga

tidak ada pengaruh dari luar. Sedangkan keseimbangan termal adalah kondisi ketika dua benda yang melakukan kontak termal satu sama lain telah berhenti bertukar energi dengan proses panas.

Hukum termodinamika ke-0 berbunyi “Jika benda A berada dalam kesetimbangan termal dengan benda B, dan benda A juga dalam kesetimbangan termal dengan benda C, maka benda C juga berada dalam kesetimbangan termal dengan benda B”. Dengan kata lain, keseimbangan termal benda berbeda dengan suhu sama adalah sama. Hukum termodinamika ke-0 ini digunakan sebagai dasar konsep temperature untuk mengukur panas atau dinginnya suatu benda (Verma, 1993). Istilah alat ukur untuk mengukur suhu ini disebut dengan termometer. Termometer bekerja berdasarkan perubahan sifat fisiknya. Beberapa sifat fisik yang berubah dengan suhu adalah volume cairan, panjang padatan, tekanan gas pada volume konstan, volume gas pada tekanan konstan, ketahanan listrik konduktor, dan warna suatu objek (Serway & Jewwet, 2018).

Alat ukur dari suhu adalah termometer. Termometer umum dalam penggunaan sehari-hari terdiri dari massa cairan (biasanya merkuri atau alkohol) yang mengembang menjadi tabung kapiler kaca ketika dipanaskan. Dalam hal ini sifat fisik yang digunakan adalah perubahan volume cairan. Setiap perubahan suhu dapat didefinisikan sebagai proporsional dengan perubahan panjang kolom cair. Termometer dapat dikalibrasi dengan menempatkannya dalam kontak termal dengan beberapa sistem alami yang tetap pada suhu konstan. Salah satu sistem tersebut adalah campuran air dan es dalam kesetimbangan termal pada tekanan atmosfer. Skala dari termometer merkuri yang umum digunakan dalam mengukur suhu adalah skala celcius atau fahrenheit atau reamur. Selain menggunakan prinsip perubahan volume cairan, skala thermometer juga dikembangkan dengan prinsip titik keseimbangan termal gas ideal.

1. Skala Celcius

Pada tahun 1742 oleh astronom Swedia Anders Celsius menyarankan bahwa titik beku air adalah 100° dan titik didih air adalah 0° . Namun karena anjuran Carlus Linnaeus pada tahun 1747, seperti yang kita ketahui sekarang, titik beku air adalah 0° dan titik didih air adalah 100° . Skala celcius ini adalah skala pengukuran suhu yang paling umum di dunia dengan suhu 0°C ke titik beku air dan 100°C ke titik didih. Tingkat cairan dalam termometer telah ditetapkan pada dua titik ini, jarak antara dua titik dibagi menjadi 100 segmen yang sama untuk menciptakan skala Celsius. Dengan demikian, setiap segmen menunjukkan perubahan suhu satu derajat Celcius.

2. Skala Farenheit

Selain skala Celsius, skala umum lainnya adalah skala Fahrenheit, yang digunakan di Kanada sampai tahun 1970-an, ketika sistem metrik diperkenalkan. Fahrenheit masih digunakan di Amerika Serikat dan Belize. Daniel Gabriel Fahrenheit yang lahir pada tahun 1686 adalah orang pertama yang menggunakan air raksa sebagai bahan termometer tahun 1724. Ternyata hasil pengukuran suhu dengan bahan air raksa lebih akurat dibandingkan dengan hasil pengukuran sebelumnya. Meskipun skala ini kurang familiar di telinga warga Indonesia, skala ini masih sering kita lihat pada beberapa peralatan rumah tangga, paling sering oven dan thermometer ruangan. Skala fahrenheit menunjukkan bahwa titik beku air adalah 32°F , dan titik didih adalah 212°F . Skala ini memiliki 180 segmen yang sama.

3. Skala Reamur

René Antoine Ferchault de Réaumur pertama kali mengusulkan skala réaumur pada tahun 1731 dan menetapkan titik beku air di angka 0° dan titik didih di angka 80° . Nilai ini digunakan karena pola perbandingan angka dari 80° ada banyak seperti 0,20,40, dan 80. Karena dianggap skala perbandingannya

lebih banyak dibandingkan dengan skala celsius, maka dianggap lebih mudah dalam membacanya. Sayangnya, skala ini sekarang sudah jarang digunakan. Penggunaan skala ini masih digunakan di Eropa pada industri permen dan keju.

4. Skala Kelvin

Skala Kelvin dikembangkan oleh William Thomson (fisikawan dan insinyur Inggris, juga dikenal sebagai Lord Kelvin, 1824-1907) setelah ia menemukan bahwa ada batas suhu yang lebih rendah, yang disebut nol mutlak (sekitar $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Nilai nol mutlak ini diperoleh dari percobaan pada termometer gas yang diisi dengan gas yang berbeda pada tekanan awal yang berbeda menunjukkan pembacaan hasil yang sama selama tekanan gas rendah dan suhu tidak membuat gas mencair. Kondisi ini tercapai pada titik yang terbentuk dari kombinasi tunggal dari suhu dan tekanan di mana air cair, gas dan es berada pada keadaan keseimbangan. Titik ini terjadi pada suhu sekitar $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan $4,58\text{ mm}$ merkuri. Istilah pada kondisi ini adalah *triple point of water*. Pada kondisi ini, suhu menunjukkan nilai $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ukuran derajat pada skala suhu absolut identik dengan ukuran derajat pada skala Celsius. Dengan demikian, konversi antara suhu ini adalah

$$^{\circ}\text{C} = K - 273,15$$

di mana $^{\circ}\text{C}$ adalah suhu Celsius dan K adalah suhu absolut. Karena titik es dan uap secara eksperimental sulit diduplikasi, skala suhu absolut berdasarkan satu titik tetap diadopsi pada tahun 1954 oleh Komite Internasional. Maka dari itu skala Kelvin ditetapkan sebagai sistem Internasional dari satuan suhu.

B. Konversi Skala Termometer

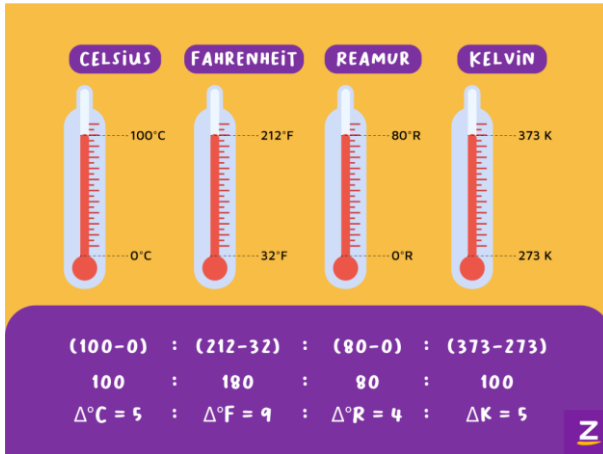
Konversi termometer air raksa diperoleh dengan konsep perbandingan antarskala termometer yang diukur dengan skala yang

diketahui. Secara umum, persamaan matematis dari termometer adalah sebagai berikut.

$$\frac{X - X_b}{X_a - X_b} = \frac{Y - Y_b}{Y_a - Y_b}$$

Keterangan:

- X : suhu termometer X
- X_b : titik tetap bawah termometer
- X_a : titik tetap atas termometer
- Y : suhu termometer Y
- Y_b : titik tetap bawah termometer Y
- Y_a : titik tetap atas termometer Y



Gambar 2. Perbandingan Skala Termometer(zenius.net, 2021)

Berdasarkan konversi skala thermometer umum, maka diperoleh konversi skala celcius, fahrenheit, reamur dan kelvin adalah sebagai berikut.

1. Skala Celcius

$$^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9}{5}^{\circ}\text{C}\right) + 32$$

$$^{\circ}\text{R} = \frac{4}{5}^{\circ}\text{C}$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

2. Skala Farenheit

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{R} = \frac{4}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$K = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32) + 273$$

3. Skala Reamur

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{4} ^{\circ}\text{R}$$

$$^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9}{4} ^{\circ}\text{R}\right) + 32$$

$$K = \frac{5}{4} ^{\circ}\text{R} + 273$$

4. Skala Kelvin

$$^{\circ}\text{C} = K - 273$$

Contoh soal:

Rendi mengukur suhu badannya yang sedang mengalami demam adalah 39°C . Rendi ingin memberi kabar ke saudaranya yang berada di Amerika. Skala suhu yang lazim digunakan di Amerika adalah Farenheit. Berapakah nilai skala yang akan dikatakan Rendi dalam bentuk skala Farenheit?

Jawab:

$$^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9}{5} ^{\circ}\text{C}\right) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9}{5} \times 39^{\circ}\text{C}\right) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = (70,2) + 32$$

$$^{\circ}\text{F} = 102,2 ^{\circ}\text{F}$$

Jadi Rendi akan mengatakan dirinya sedang demam di suhu $102,2 ^{\circ}\text{F}$.

C. Kalor

Kalor didefinisikan sebagai transfer energi melintasi batas sistem karena perbedaan suhu antara sistem dan sekitarnya. Misalnya ketika kita menempatkan panci air dingin diatas kompor maka akan ada proses transfer energi dari kompor ke air dingin di panci yang

menyebabkan air mendapatkan energi. Istilah kalor ini mewakili jumlah energi yang ditransfer. Ternyata jumlah energi yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu dari massa zat tertentu dengan beberapa jumlah bervariasi dari satu zat ke zat lainnya. Misalnya, jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar 1 ° C adalah 4 186 J, tetapi jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 kg tembaga sebesar 1 ° C hanya 387 J. Maka dari itu, ada istilah kapasitas kalor (C).

Kapasitas kalor adalah jumlah energi Q yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu sebesar 1°C sebuah benda. Bentuk persamaan matematisnya adalah sebagai berikut.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Kalor jenis c dari suatu zat adalah kapasitas panas per satuan massa. Jadi, jika energi Q ditransfer oleh panas ke massa m dari suatu zat mengubah suhu sampel dengan ΔT , maka kalor jenis zat adalah `

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

Tabel 1. Kalor Jenis berbagai zat

| Zat | Kalor Jenis (c) | |
|----------------|---------------------|--------|
| | Kkal/kg K | J/kg K |
| Aluminium | 0,22 | 900 |
| Tembaga | 0,093 | 390 |
| Kaca | 0,20 | 840 |
| Besi atau baja | 0,11 | 450 |
| Timah hitam | 0,031 | 130 |
| Marmer | 0,21 | 860 |
| Perak | 0,056 | 230 |
| Kayu | 0,4 | 1.700 |
| Alkohol (etil) | 0,58 | 2.400 |

| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| Air raksa | 0,033 | 140 |
| Tubuh manusia (rata-rata) | 0,83 | 3.470 |
| Protein | 0,4 | 1.700 |

Kalor jenis pada dasarnya adalah ukuran sensitifitas suhu suatu zat untuk menambah energi. Semakin besar kalor jenis benda, maka semakin banyak energi yang harus ditambahkan ke massa tertentu untuk menyebabkan perubahan suhu tertentu.

Contoh soal:

Sebuah benda sebanyak 1 kg bersuhu 10°C dipanaskan hingga bersuhu 50°C. Jika kalor jenis benda adalah $2.300 \frac{J}{kgK}$. Tentukan kalor yang diserap benda tersebut?

Jawab:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

$$Q = c m \Delta T$$

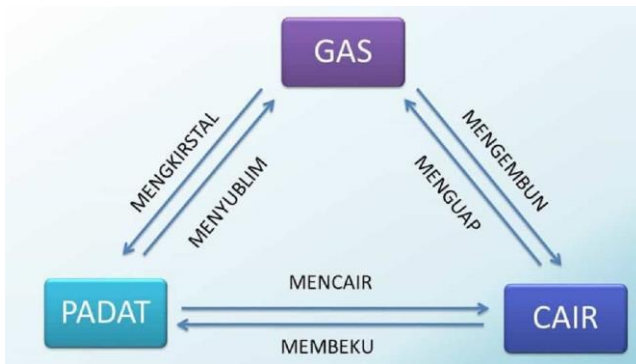
$$Q = 2.300 \frac{J}{kgK} \times 1kg \times (50 - 10)^\circ C$$

$$Q = 92.000 J$$

Jadi kalor yang diserap benda adalah 92.000 J

D. Perubahan Fase Zat

Perubahan fase adalah kondisi perubahan bentuk suatu zat yang disebabkan oleh kalor. Oleh karena itu, kalor tidak hanya menyebabkan suatu zat mengalami kenaikan ataupun penurunan suhu. Kalor juga dapat merubah bentuk suatu zat. Secara umum ada tiga wujud benda yaitu padat, cair dan gas. Perbedaan wujud tersebut disebabkan oleh perbedaan hubungan antarmolekul. Benda padat, gaya intramolekul menahan molekul pada kondisi tetap. Benda cair, gaya intramolekul lebih dekat, tetapi hubungan antar molekul kurang tetap. Benda gas, molekul-molekul terpisah lebih kuat dan gaya tarik antarmolekul relatif tidak terpengaruh oleh gerakannya.



Gambar 3. Perubahan Fase Benda (harapanrakyat.net, 2020)

Berdasarkan perubahan wujud benda, beberapa benda mengalami perubahan fase zat sebagai berikut.

1. Mencair

Mencair adalah perubahan fase zat dari padat ke cair. Perubahan fase ini disebabkan oleh benda menerima kalor dari luar. Peristiwa sehari-hari misalnya mencairnya es menjadi air.

2. Menguap

Menguap adalah perubahan fase dari cair ke gas. Perubahan fase ini juga melibatkan benda menerima kalor dari luar. Proses ini dapat dipercepat dengan cara memanaskan benda, memperluas permukaan sentuh benda, meniupkan udara pada permukaan atas benda serta mengurangi tekanan pada permukaan atas benda. Contohnya

3. Menyublim

Menyublim adalah peristiwa perubahan fase dari padat ke gas. Peristiwa ini merupakan peristiwa zat memperoleh kalor dari luar. Contoh peristiwa sehari-hari adalah kapur barus.

4. Membeku

Membeku adalah peristiwa perubahan fase cair menjadi padat. Peristiwa ini melibatkan pelepasan kalor dari zat. Contohnya adalah pembentukan es batu.

5. Mengkristal

Mengkristal adalah peristiwa perubahan zat dari fase gas menjadi padat. Pada prosesnya, peristiwa ini melepaskan kalor dari dalam zat tersebut. Contoh mengkristal adalah peristiwa uap air menjadi salju.

6. Mengembun

Mengembun adalah peristiwa perubahan zat dari fase gas menjadi cair. Prosesnya melibatkan pelepasan kalor dari dalam zat tersebut. Contoh peristiwanya adalah munculnya embun pada gelas berisi es pada permukaan sisi gelas.

E. Kalor Laten

Suatu zat sering mengalami perubahan suhu ketika energi ditransfer antara itu dan sekitarnya. Namun, ada situasi di mana transfer energi tidak menghasilkan perubahan suhu. Ini adalah kasus setiap kali karakteristik fisik dari substansi berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya; Perubahan seperti itu sering disebut sebagai perubahan fase. Dua perubahan fase umum adalah dari padat ke cair (mencair) dan dari cair ke gas (mendidih); Lain adalah perubahan dalam struktur kristal dari padat. Semua perubahan fase tersebut melibatkan perubahan energi internal tetapi tidak ada perubahan suhu. Istilah yang digunakan untuk menyebut kalor yang menyebabkan perubahan fase namun tidak mengalami perubahan suhu disebut dengan kalor laten. Persamaan matematika dari kalor laten adalah

$$L = \frac{Q}{\Delta m}$$

F. Asas Black

Salah satu teknik untuk mengukur kalor dengan cara melibatkan benda dengan suhu yang diketahui T yang ditempatkan dalam wadah berisi air dengan massa dan suhu yang diketahui kemudian mengukur suhu air setelah kesetimbangan telah tercapai. Pada kondisi ini jumlah energi panas yang dikeluarkan benda sama dengan jumlah energi panas

yang diterima ke air. Teknik ini disebut kalorimetri, dan alat yang digunakan transfer energi ini disebut kalorimeter. Konservasi energi memungkinkan kita untuk menulis persamaan

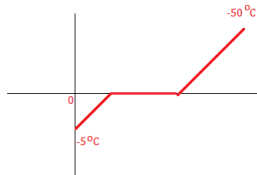
$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

Contoh soal:

Ani sedang membuat es teh pesanan pelanggan kedai makanannya. Pertama-tama, Ani membuat teh hangat yang suhunya 50°C dengan massa $0,2\text{ kg}$. Selanjutnya dia memasukan es batu yang bersuhu -5°C dengan massa $0,1\text{ kg}$. Kalor jenis es = 2100 J/kg K , kalor jenis air = 4200 J/kg K , kalor lebur air = 334.000 J/kg . Jika es dan teh hangat dicampur dalam sistem tertutup terisolasi, tentukan suhu akhir campuran.

Jawab:

Pertama gambarkan dahulu proses perubahan suhu dalam bentuk grafik



Berdasarkan grafik maka diketahui bahwa es mengalami pencairan dan peleburan menjadi air. Sedangkan air the hanya mengalami perubahan suhu saja.

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$Q_{teh} = Q_{es}$$

$$m_{air\ teh} c_{air} \Delta T_{air\ teh} = m_{es} c_{es} \Delta T_{es} + m_{es} L_{es}$$

$$0,2\text{ kg} \times 4.200 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (50 - T)$$

$$= 0,1\text{ kg} \times 2100 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \times (T - (-5)) + 0,1\text{ kg} \times 334.000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$840(50 - T) = (210(T + 5)) + 33.400$$

$$42.000 - 840T = 210T + 1050 + 33.400$$

$$42.000 - 33.400 - 1.050 = 210T + 840T$$

$$7.550 = 1.050T$$

$$1.050T = 7.550$$

$$T = 7,2^{\circ}\text{C}$$

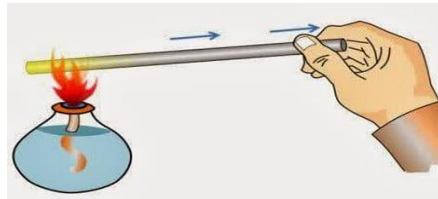
Jadi suhu akhir dari air tersebut adalah $7,2^{\circ}\text{C}$

G. Perpindahan Kalor

Kalor zat berpindah melalui tiga cara yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Berikut ini penjelasan lengkapnya.

1. Konduksi

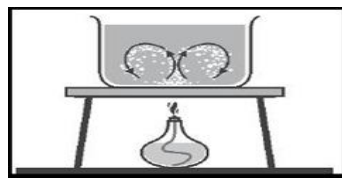
Konduksi adalah proses perpindahan kalor tanpa disertai perpindahan molekul zatnya. Molekul zat pada peristiwa konduksi saling bergetar satu sama lain yang berakibat pada menjalarnya panas dari satu molekul ke molekul lainnya. Contoh peristiwa sehari-hari yang mengalami perpindahan kalor secara konduksi adalah tangan akan merasa panas ketika memegang kembang api dengan batang besi yang sedang dibakar, sendok akan terasa panas setelah digunakan mengaduk kopi panas, dan tutup panci yang terasa panas setelah digunakan menutup panci saat memasak.



Gambar 4 Konduksi (anonim,2021)

2. Konveksi

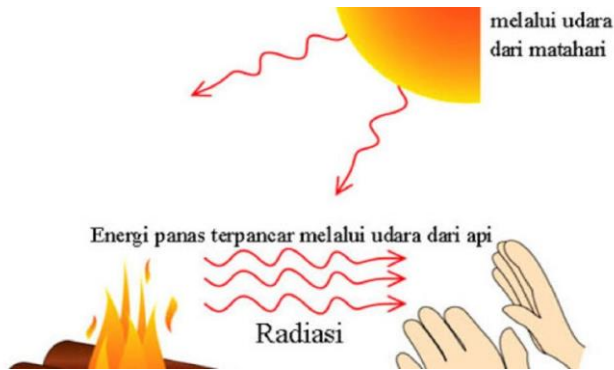
Konveksi adalah proses perpindahan kalor disertai dengan perpindahan molekul zatnya. Molekul zat yang telah menerima kalor akan bergeser ke kondisi molekul zat yang belum menerima kalor. Kejadian di kehidupan sehari-hari yang mengalami perpindahan kalor secara konveksi adalah peristiwa memasak air, balon udara, serta terjadinya angin darat dan angin laut.



Gambar 5 Konveksi (anonim, 2013)

3. Radiasi

Radiasi adalah peristiwa perpindahan zat tanpa perantara atau tidak ada sentuhan langsung. Pada peristiwa ini umumnya zat yang kelebihan kalor memancarkan energi kalor melalui cahaya. Contohnya adalah rasa panas yang dirasakan kulit berasal dari sinar matahari, jemuran yang kering setelah diletakan dibawah sinar matahari, dan rasa hangat di kulit Ketika berada dekat dengan api unggun.



Gambar 6 Radiasi

Daftar Pustaka

- Agustin, Sienny. 2021. Jangan buru-buru minum obat penurun panas saat demam, Accessed Januari 2022. <https://www.alodokter.com/jangan-buru-buru-minum-obat-penurun-panas-saat-demam>
- Anonim.2013. Perpindahan kalor secara konveksi. Accessed Januari 2022. <http://tikatiwiberbagitentangfisika.blogspot.com/2013/06/perpindahan-kalor-secara-konveksi-7.html>
- Anonim. 2021. Perpindahan Panas (Kalor). Accessed Januari 2022. <https://quipper.co.id/perpindahan-panas-kalor/>
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of physics*. John Wiley & Sons.

- Jujang, 2020. Perubahan Wujud Benda Beserta Contoh dalam Kehidupan Sehari-hari. Accessed Januari 2022. <https://www.harapanrakyat.com/2020/12/perubahan-wujud-benda/>
- Jujang, 2021. Perpindahan Kalor Secara Radiasi Tanpa Perantara. Accessed Januari 2022. <https://www.harapanrakyat.com/2021/08/perpindahan-kalor-secara-radiasi/>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers*. Cengage learning.
- Verma, H. C. (1993). *Concepts of physics*. Bharati Bhawan.
- Zahrani, Athirah Muthi. 2021. Mengenal 4 Skala Suhu dan Cara Konversinya. Accessed Januari 2022. <https://www.zenius.net/blog/mengenal-4-skala-suhu-dan-cara-konversinya>

BAB V

GELOMBANG DAN BUNYI

I Gusti Ayu Ngurah Kade Sukiastini

A. Gelombang

Apakah Anda pernah bermain di pantai? Apakah yang Anda lihat di pantai? Bagaimanakah pergerakan air laut? Jika Anda perhatikan pergerakan air laut naik turun yang biasa kita sebut sebagai ombak. Ombak ini bergerak naik turun berbentuk punvak dan lembah yang berasal dari getaran air laut yang berjalan. Hal inilah yang disebut dengan gelombang.

Gelombang adalah getaran yang merambat melalui suatu medium dan terjadi secara terus menerus. Pada penjaralannya gelombang akan memindahkan enegi dari tempat satu ke tempat lain.

B. Jenis-jenis Gelombang

Jenis-jenis gelombang beragam, namun jenis-jenis gelombang yang akan dibahas kali ini adalah gelombang berdasarkan medium perambatannya, gelombang berdasarkan amplitudonya, dan gelombang berdasarkan arah getarannya. Adapun penjelasannya sebagai berikut.

1. Gelombang Berdasarkan Medium Perambatannya

Berdasarkan medium rambatannya, gelombang dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

a. Gelombang Mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang pada proses perambatannya memerlukan medium.

Contohnya: gelombang pada air, gelombang bunyi, dan gelombang pada tali.

b. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang pada proses perambatannya tidak memerlukan medium.

Contoh: Gelombang radio, gelombang cahaya.

2. Gelombang Berdasarkan Amplitudo

Berdasarkan amplitudonya, gelombang dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

a. Gelombang berjalan

Gelombang berjalan adalah gelombang yang selalu memiliki amplitude tetap.

b. Gelombang stasioner

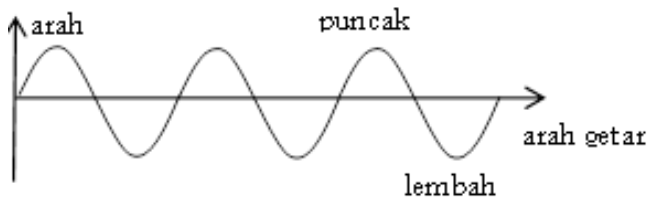
Gelombang stasioner adalah gelombang yang amplitudonya berubah- ubah dalam kisaran nol sampai nilai maksimum tertentu.

3. Gelombang Berdasarkan Arah Getarannya

Berdasarkan arah getarnya, gelombang dikelompokkan menjadi 2, yaitu:

a. Gelombang transversal

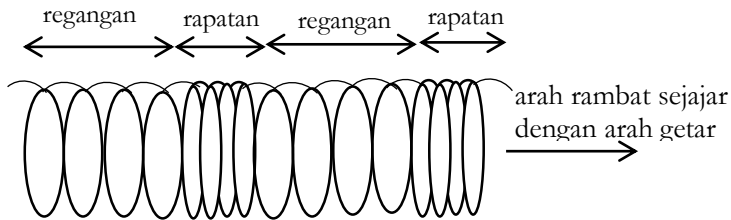
Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus terhadap arah rambatannya. Adapun contoh gelombang transversal dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Gelombang Transversal

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya. Adapun contoh gelombang longitudinal dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Gelombang Longitudinal

C. Besaran-Besaran Pada Gelombang

Besaran-besaran pada gelombang terdiri dari 5 besaran, yaitu:

1. Amplitudo Gelombang

Amplitudo gelombang dinotasikan sebagai A dengan satuan dalam SI adalah meter. Amplitudo gelombang dapat diartikan sebagai jarak antara pada titik kesetimbangan dengan posisi maksimum.

2. Periode Gelombang

Periode gelombang dinotasikan sebagai T dengan satuan dalam SI adalah sekon. Periode gelombang dapat diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu getaran.

3. Frekuensi gelombang dinotasikan sebagai f dengan satuan dalam SI adalah Hertz. Frekuensi dapat diartikan sebagai banyaknya getaran yang dihasilkan dalam satu satuan waktu.

Periode dan frekuensi memiliki hubungan dalam persamaannya. Jika dilihat dari pengertian periode yaitu waktu yang diperlukan untuk melakukan suatu getaran, maka dalam fisika dapat dituliskan persamaannya:

$$T = \frac{t}{n} \text{ atau } n = \frac{t}{T}$$

dengan $T =$ periode (s)

$t =$ waktu (s)

$n =$ banyaknya getaran

Sedangkan pengertian dari frekuensi adalah banyaknya getaran yang dihasilkan dalam satu satuan waktu. Jika dirumuskan persamaannya:

$$f = \frac{n}{t} \text{ atau } n = f \times t$$

dengan $f =$ frekuensi (Hz)

$t =$ waktu (s)

$n =$ banyaknya getaran

Karena periode dan frekuensi berasal dari jumlah getaran yang sama, maka:

$$\begin{aligned} n &= n \\ \frac{t}{T} &= f \times t \\ \frac{t}{t} &= f \times T \\ 1 &= f \times T \end{aligned}$$

sehingga hubungan frekuensi dan periode dapat dinyatakan ke dalam persamaan:

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

Berdasarkan persamaan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa periode berbanding terbalik dengan frekuensi. Jika frekuensi benda yang dihasilkan pada suatu getaran semakin besar, maka lama periode yang ditempuh akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya jika lama periode yang ditempuh semakin besar, maka frekuensi yang dihasilkan akan semakin besar.

4. Panjang Gelombang

Panjang gelombang dinotasikan sebagai λ satuan dalam SI adalah meter. Panjang gelombang dapat diartikan sebagai jarak

selang satuan berulang dari pola gelombang. Pada gelombang transversal, satu gelombang dinyatakan pada satu puncak gelombang ditambah satu lembah gelombang atau jarak antardua puncak gelombang berurutan atau jarak antardua lembah gelombang berurutan. Sedangkan pada gelombang longitudinal, satu gelombang dinyatakan dengan satu rapatan ditambah satu regangan atau antardua rapatan yang berurutan atau antardua rapatan yang berurutan.

5. Cepat Rambat Gelombang

Cepat rambat gelombang dinotasikan sebagai (v), satuan dalam SI adalah m/s. Cepat rambat gelombang dapat diartikan sebagai jarak yang ditempuh gelombang tiap sekon atau jarak yang ditempuh untuk melakukan satu kali gelombang.

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ atau } v = \lambda \cdot f$$

dengan λ = panjang gelombang (m)

T = periode (sekon)

f = frekuensi (Hertz)

D. Sifat-Sifat Gelombang

Adapun sifat-sifat gelombang adalah sebagai berikut (Yulianti, 2011).

1. Pemantulan Gelombang (Refleksi)

Pemantulan gelombang adalah peristiwa pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas gelombang terhadap bidang batas. Pada pemantulan, gelombang datang, gelombang pantul, dan garis normal berada pada satu bidang datar.

2. Pembiasan Gelombang (Refraksi)

Pembiasan gelombang adalah perubahan arah gelombang saat gelombang masuk ke medium berbeda. Hal ini mengakibatkan

gelombang mengalami pembelokkan karena bergerak dengan kelajuan yang berbeda.

3. Penggabungan Gelombang (Interferensi)

Interferensi gelombang terjadi apabila terdapat dua gelombang atau lebih yang koheren bertemu pada satu titik. Interferensi ada dua macam, yaitu 1) interferensi konstruktif jika fase gelombang pada titik tersebut sama sehingga akan saling memperkuat, 2) interferensi destruktif jika fase gelombang pada titik tersebut berlawanan sehingga akan saling memperlemah.

4. Pelenturan Gelombang (Difraksi)

Pelenturan gelombang adalah peristiwa penyebaran gelombang ketika gelombang tersebut melewati suatu penghalang yang memiliki celah sempit. Akibatnya gelombang akan membentur setengah lingkaran yang melebar di daerah bagian belakang celah tersebut.

5. Penguraian Gelombang (Dispersi)

Penguraian gelombang adalah peristiwa penguraian sinar cahaya yang merupakan campuran beberapa panjang gelombang menjadi komponen-komponen karena pembiasan. Dispersi tidak akan terjadi pada gelombang yang merambat pada udara atau ruang hampa.

6. Pengutuban Gelombang (Polarisasi)

Pengutuban gelombang adalah peristiwa terserapnya sebagian arah getar gelombang sehingga hanya memiliki satu arah saja. Bentuk gelombang yang dapat terserap adalah gelombang transversal karena arah gelombang sesuai dengan arah polarisasi.

E. Bunyi

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi akibat adanya rapatan dan regangan pada suatu medium. Bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar. Bunyi dapat didengar oleh manusia jika 1)

ada sumber bunyi, 2) adanya perantara (medium), 3) adanya alat pendengar (telinga).

Adapun 3 jenis bunyi menurut frekuensi adalah sebagai berikut.

1. Infrasonik adalah frekuensi bunyi di bawah 20 Hz. Contoh: serangga
2. Audiosonik adalah frekuensi bunyi antara 20 Hz – 20 KHz, frekuensi ini adalah rentang frekuensi yang dapat di dengar oleh manusia
3. Ultrasonik adalah frekuensi bunyi di atas 20 KHz. Contoh: kelelawar.

F. Cepat Rambat Bunyi

Cepat rambat bunyi dapat merambat melalui 3 medium, yaitu medium cair, padat, dan gas. Persamaan untuk menentukan cepat rambat bunyi pada beberapa medium dinyatakan dengan persamaan (Yulianti, 2011):

a. *Medium zat cair*

$$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$$

dengan v = cepat rambat bunyi (m/s)

β = modulus Bulk (Pa)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

b. *Medium zat padat*

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

dengan v = cepat rambat bunyi (m/s)

Y = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

c. *Medium Gas*

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M_r}}$$

dengan v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = konstanta laplace

R = tetapan gas ideal (8,314 Jmol.K)

T = suhu mutlak gas (K)

M_r = massa molar gas (untuk udara bernilai 29.10^{-3} kg/mol)

Tabel 5.1 Cepat rambat bunyi berbagai medium

| Medium | Cepat rambat (m/s) |
|---------------|--------------------|
| Gas | |
| Udara (0° C) | 331 |
| Udara (20° C) | 343 |
| Helium | 965 |
| Hidrogen | 1284 |
| Cair | |
| Air (0° C) | 1402 |
| Air (20° C) | 1482 |
| Air laut | 1522 |
| Padat | |
| Alumunium | 6420 |
| Baja | 5941 |
| Granit | 6000 |
| Besi | 5130 |
| Emas | 3240 |
| Permata | 12000 |

(Lambaga, 2019)

G. Interferensi Bunyi

Apabila dua gelombang bunyi yang frekuensinya sama, datang di suatu tempat secara bersamaan, maka kedua gelombang tersebut akan berinterferensi. Ketika dua gelombang berinterferensi pada sepanjang arah rambatan gelombang, maka akan menghasilkan bunyi kuat dan lemah secara berulang-ulang (Lambaga, 2019).

a. Penguatan bunyi terjadi jika:

$$\Delta s = n \lambda$$

b. Pelemahan bunyi terjadi jika:

$$\Delta s = (2n + 1) \frac{1}{2} \lambda$$

dengan Δs = selisih lintasan (m)

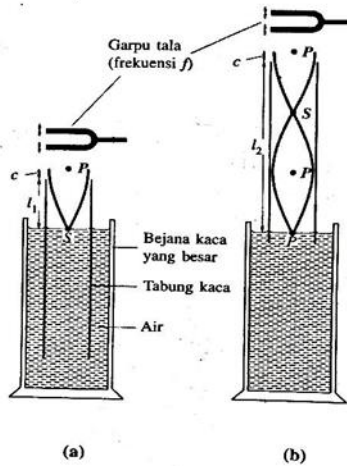
λ = panjang gelombang (m)

n = bilangan cacah 0, 1, 2, ...

H. Resonansi Bunyi

Resonansi bunyi dapat terjadi karena adanya dua gelombang bunyi yang memiliki frekuensi sama dan saling berinterferensi konstruktif. **Resonansi bunyi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat getaran yang dihasilkan oleh sumber bunyi** (Swawikanti, 2021).

Untuk mengukur cepat rambat bunyi di udara, maka dapat dirancang percobaan dengan menggunakan tabung resonansi seperti di bawah ini:



Gambar 5.3 Tabung resonansi dengan garpu tala
(Kanginan, 2004)

Sebuah tabung pada gambar 5.3 a, di mana permukaan atas tabung hamper sejajar dengan permukaan air dalam bejana. Dalam keadaan ini, getarkan garpu tala di atas tabung resonansi. Setelah itu, secara perlahan turunkan tabung sampai terdengar bunyi dengungan. Bunyi yang didengar pertama kali itu adalah resonansi kesatu dan gelombangnya ditunjukkan pada Gambar 5.3a, dengan posisi di permukaan air selalu berbentuk simpul (S). Hal ini diakibatkan karena molekul udara pada posisi ini tidak dapat bergerak bebas. Sedangkan posisi pada ujung tabung selalu berbentuk perut P. Jika dilihat bentuk gelombang pada Gambar 5.3a, bentuk gelombang berupa $\frac{1}{4} \lambda$, sehingga $l_1 = \frac{1}{4} \lambda$. Karena ukuran diameter tabung kecil dibandingkan dengan panjang gelombang, maka perut gelombang simpangan tidak tepat terjadi pada ujung terbuka tetapi di dekatnya dengan jarak $c = \pm 0,6 R$ di luar tabung. Sehingga dengan menstubtusi nilai c , maka

$$l_1 + c = \frac{\lambda}{4} \dots\dots\dots (1)$$

Seelah mendapatkan persamaan resonansi pertama, naikan kembali tabung agar mendapatkan resonansi kedua. Pada Gambar

5.3b, jumlah gelombang yang terjadi adalah $\frac{3}{4} \lambda$, sehingga $l_2 = \frac{3}{4} \lambda$ dengan persamaan:

$$l_2 + c = \frac{3\lambda}{4} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan mengurangkan persamaan (1) dan (2), diperoleh

$$\begin{array}{r} l_1 + c = \frac{\lambda}{4} \\ l_2 + c = \frac{3\lambda}{4} \\ \hline l_1 - l_2 = \frac{\lambda}{2} \end{array}$$

Persamaan di atas, secara tidak langsung dapat digunakan untuk mengukur cepat rambat bunyi di udara. Karena frekuensi garpu tala yang digunakan sudah diketahui, maka cepat rambat bunyi (v) dapat ditentukan dengan persamaan gelombang:

$$v = \lambda \cdot f$$

I. Intensitas Bunyi Dan Taraf Bunyi

1. Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi adalah daya rata-rata yang dipindahkan oleh gelombang per satuan luas. Jika terdapat sumber bunyi dengan daya P, maka besarnya intensitas bunyi pada titik yang berjarak r dari sumber bunyi yaitu (Kua dkk, 2021):

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

Perbandingan intensitas gelombang bunyi pada suatu titik berjarak r_1 dan r_2 dari sumber bunyi adalah:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}$$

dengan I = Intensitas bunyi (watt/m²)

P= daya rata-rata yang dihasilkan sumber bunyi (watt)

A= luas permukaan yang ditembus gelombang bunyi (m^2)

R= jarak sumber bunyi dari titik yang ditinjau (m)

Intensitas bunyi yang dapat didengar manusia adalah antara 10^{-12} W/m^2 sampai 1 W/m^2 . Intensitas yang paling kecil dan masih dapat menimbulkan rangsangan pada telinga disebut harga ambang (10^{-12} W/m^2).

2. Taraf Intensitas Bunyi

Taraf intensitas adalah perbandingan logaritma antara intensitas bunyi (I) dengan harga ambangnya (I_0), dengan persamaan sebagai berikut.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

untuk berbagai sumber n bunyi, maka persamaan taraf intensitasnya sebagai berikut.

$$(TI)_n = TI + 10 \log n$$

dengan TI = taraf intensitas bunyi (dB)

I_0 = intensitas ambang bunyi (10^{-12} W/m^2)

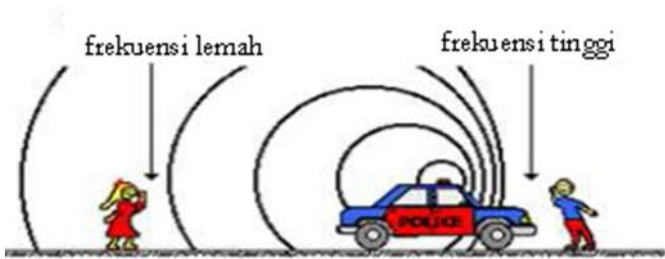
$(TI)_n$ = taraf intensitas total sejumlah n sumber bunyi yang dibunyikan bersama (dB)

n = jumlah sumber bunyi yang sejenis

J. Efek Doppler

Efek Doppler adalah perubahan frekuensi gelombang suara yang dihasilkan oleh sumber yang relatif bergerak terhadap pendengar. Efek Doppler dapat diamati untuk semua jenis gelombang - gelombang air, gelombang suara, gelombang cahaya, dan gelombang yang lain (Anyaeqgunam, 2013). Jika sumber bunyi dan pendengar

bergerak saling mendekat, maka pendengar akan mendengar frekuensi yang lebih tinggi daripada frekuensi bunyi ketika tidak terjadi gerak relative. Begitu pula ketika sumber bunyi dan pendengar saling menjauh maka frekuensi bunyi yang terdengar oleh pendengar akan lebih rendah daripada frekuensi bunyi secara normal.



Gambar 5.4 Efek Doppler untuk Sumber Suara yang Bergerak
(Anyaegbunam, 2013)

Efek Doppler dapat dirumuskan oleh:

$$f_p = \frac{(v \pm v_a) \pm v_p}{(v \pm v_a) \pm v_s} f_s$$

dengan f_p = frekuensi pendengar (Hz)

f_s = frekuensi sumber (Hz)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber (m/s)

v_a = kecepatan angin (m/s)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

ketentuan:

v_p (+) jika pendengar mendekati sumber

v_p (-) jika pendengar menjauhi sumber

$v_p = 0$ jika pendengar diam

v_s (+) jika sumber menjauhi pendengar

v_s (-) jika sumber mendekati pendengar

$v_s = 0$ jika sumber diam

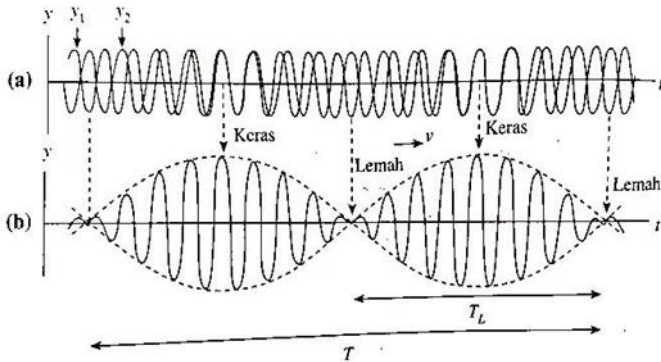
$v_a (+)$ jika arah angin searah dengan sumber

$v_a (-)$ jika arah angin berlawanan dengan sumber

$v_a = 0$ jika tidak ada angin

K. Pelayangan Bunyi

Penggabungan dua gelombang bunyi memiliki beda frekuensi sedikit akan menghasilkan pelayangan sehingga akan terdengar nada bunyi keras – lemah – keras. Satu layangan didefinisikan sebagai gejala dua bunyi keras atau dua bunyi lemah yang terjadi secara beraturan (Kanginan, 2004).



Gambar 5.5 Superposisi dua gelombang dengan frekuensi yang sedikit berbeda (Kanginan, 2004)

Jumlah layangan tiap sekon dirumuskan oleh:

$$f_L = f_1 - f_2$$

dengan f_1 = frekuensi bunyi terbesar (Hz)

f_2 = frekuensi terendah (Hz)

f_L = Frekuensi layangan (Hz)

Daftar Pustaka

- Anyaeqbunam. (2013). *Vibrations Waves and Sounds*. Nigeria: Abuja FCT Nigeria.
- Kanginan, M. (2004). *Fisika Jilid 3A untuk SMA Kelas XII Semester 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kua, Maria Yuliana., Maing, Claudia., Tabun, Yohana., Jibril, Ahmad., Setiawan, Jan., Sukiastini, I Gusti., Heriyanto, Lalu., Suparmi, Ni Wayan., Rismaningsih, Febri., Dolo, Fransiskus. (2021). *Teori dan Aplikasi Fisika Dasar*. Aceh: Muhammad Zaini.
- Lambaga, I. A. (2019). *Tinjauan Umum Konsep Fisika Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Swawikanti, K. (2021, Februari 25). *Resonansi Bunyi: Pengertian, Rumus, dan Contoh Soal | Fisika Kelas 11*. Retrieved Desember 22, 2021, from Ruang Guru: <https://www.ruangguru.com/blog/resonansi-bunyi>
- Yulianti, F. &. (2011). *Inovasi Tanpa Batas Fisika SMA*. Yogyakarta: Kendi Mas Media.

BAB VI

STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK UNSUR

Dewi Handayani

A. Struktur Atom

1. Perkembangan Teori Atom

Sejak dahulu, para ahli sudah berdebat tentang bagian benda yang paling kecil. Menurut para ahli, ada sebuah materi yang bisa menjadi bagian terkecil dari sebuah benda. Demokritus, seorang ahli filsafat asal Yunani menyebut bagian tersebut sebagai atomos. Pendapat ini mengawali munculnya teori atom dan menimbulkan berbagai kontroversi. Bagaimana perkembangan teori atom ini selanjutnya. Lantas, benarkah atom adalah bagian terkecil dari benda?

a. Model Atom Dalton

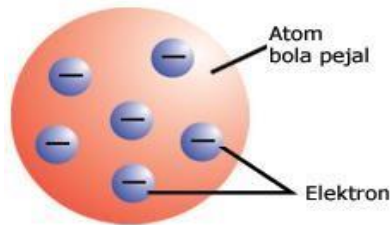
Pada tahun 1808, seorang ilmuwan berasal dari Inggris bernama John Dalton, merumuskan definisi atom dengan partikel penyusunan materi yang tidak dapat dibagi lagi (Syukri, 1999; Silberberg, 2009; Chang, 2011; Jespersen *et al.*, 2012). Model atom Dalton juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya sebagai berikut ini.

- 1) Dalton menyatakan bahwa atom tidak dapat dibagi lagi, kini telah dibuktikan bahwa atom terbentuk dari partikel dasar (yang lebih kecil dari atom) yakni elektron, proton dan neutron.
- 2) Menurut Dalton, atom tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Tetapi ternyata dengan reaksi nuklir suatu atom dapat diubah menjadi atom unsur yang lainnya.

- 3) Dalton menyatakan bahwa atom suatu unsur sama dalam segala hal. Sekarang ternyata ada isotop, yaitu atom unsur yang sama tetapi massanya berbeda.
- 4) Perbandingan unsur dalam satu senyawa menurut Dalton adalah bilangan bulat sederhana. Tetapi saat ini semakin banyak ditemukan senyawa dengan perbandingan yang tidak sederhana, misalnya $C_{18}H_{35}O_2Na$

b. Model Atom Thomson

Pada awal abad ke-20, Thomson menggambarkan atom seperti bola pejal, yaitu bola padat yang bermuatan positif. Di permukaannya, tersebar elektron yang bermuatan negatif. Thomson berhasil membuktikan adanya partikel yang bermuatan negatif dalam atom.



Gambar 1. Model atom Thomson

Namun sayangnya teori atom Thomson juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu

- 1) Tidak adanya lintasan elektron dan tingkat energi.
- 2) Tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam atom.

c. Model Atom Rutherford

Rutherford merumuskan teori atom yang disebut model atom Rutherford "atom terdiri dari inti yang bermuatan positif yang merupakan terpusatnya massa. Di sekitar inti

terdapat elektron yang bergerak mengelilinginya dalam ruang hampa”.

d. Model Atom Bohr

Model atom Bohr terbentuk dan berkembang dari model atom Rutherford dan teori atom kuantum Planck yang didasarkan atas anggapan sebagai berikut:

- 1) Atom terdiri atas inti bermuatan positif.
- 2) Elektron bergerak mengelilingi inti atom dalam lintasan atau orbit tertentu.
- 3) Lintasan yang diperlukan adalah lintasan dimana momentum sudut elektron merupakan kelipatan dari $\frac{h}{2\pi}$ dengan h ialah tetapan Planck. Lintasan ini disebut “lintasan kuantum”.
- 4) Karena momentum sudut antara elektron (massa = m) yang bergerak dengan kecepatan v dengan jari-jari r adalah $m v r$ maka, $m v r = n \frac{h}{2\pi}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)
- 5) Jika elektron bergerak dalam salah satu lintasan kuantumnya, maka elektron tidak akan memancarkan energi. Elektron dalam lintasan ini bisa dikatakan berada dalam keadaan *stasioner* atau dalam tingkat energi tertentu.
- 6) Bila elektron pindah dari tingkat energi E_1 ke tingkat energi E_2 yang lebih rendah, maka akan terjadi radiasi energi sebanyak, $E_1 - E_2 = h \nu$ (Syukri, 1999; Achmad, H., 2001).

Gagasan tentang elektron mengitari atau mengelilingi inti dalam orbit tertentu seperti halnya bulan mengitari matahari mudah dimengerti orang sehingga teori atom Bohr dapat diterima. Lama kelamaan disadari bahwa teori ini tidak dapat menjeaskan banyak hal. Jika atom ditempatkan pada medan magnet, dijumpai spektrum emisi yang lebih rumit.

Peristiwa ini yang disebut efek Zeeman tidak dapat dijelaskan dengan teori Bohr. Teori atom Bohr telah berhasil menjelaskan terjadinya spektrum atom Hidrogen yang mempunyai elektron tunggal. Bagaimana dengan atom yang berelektron banyak? Inilah yang tidak dapat dijelaskan oleh Bohr.

e. Model Atom Mekanika Kuantum

Erwin Schrodinger (1927) menggunakan perhitungan matematika untuk menjelaskan pola gelombang partikel yang bergerak, yang dikenal dengan persamaan gelombang yang melibatkan perilaku partikel dan perilaku gelombang dari elektron. Fungsi gelombang ini mendeskripsikan bentuk ruang dan energi yang dimungkinkan dari gerakan elektron dalam atom. Bentuk ruang dan energi dari gerakan elektron ini yang dinamakan orbital. Menurut mekanika gelombang orbital merupakan tingkat energi dari suatu ruang yang mempunyai peluang terbesar (kebolehjadian terbesar) untuk menemukan elektron disekitar inti atom.

Menurut Warner Heisenberg (1927), akibat dari sifat dualisme tersebut maka letak dan kecepatan elektron tidak dapat dipastikan secara serentak. Apabila letaknya dapat dipastikan, maka kecepatannya tidak dapat ditentukan, demikian pula sebaliknya.

Model atom mekanika gelombang yaitu elektron berputar mengelilingi inti atom membentuk gelombang, bukan berupa garis lingkaran seperti yang dikemukakan oleh Bohr. Akibatnya kedudukan elektron disekitar inti tidak diketahui dengan pasti, yang diketahui hanya daerah kebolehjadian atau orbital. Oleh karena itu, terdapat ketidakpastian tentang letak dan kecepatan dari elektron tersebut.

Dalam penggambaran posisi elektron atom berdasarkan model atom mekanika gelombang, digunakan istilah bilangan kuantum. Ada empat jenis bilangan kuantum yaitu bilangan kuantum utama (n), bilangan kuantum azimuth (l), bilangan kuantum magnetik (m), dan bilangan kuantum spin (s).

2 Atom, Molekul, dan Ion

2.1 Partikel Penyusun Atom

Dalam sebuah atom terdapat inti atom dan partikel-partikel yang menyusunnya. Partikel ini meliputi; elektron, proton dan neutron.

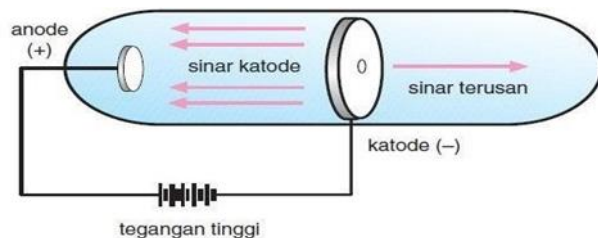
1). Elektron

Pernahkah Anda memperhatikan tabung televisi? Tabung televisi adalah tabung sinar katoda. Percobaan tabung sinar katoda pertama kali dilakukan oleh William Crookes (1875). Hasil dari risetnya adalah penemuan bahwa seberkas cahaya muncul dari katoda ke anoda dan disebut sinar katoda. George Johnstone Stoney (1891) yang mengusulkan nama sinar katoda disebut “elektron”. Kelemahan Stoney tidak dapat menjelaskan pengaruh elektron terhadap perbedaan sifat antara atom suatu unsur dengan atom unsur lain. Antoine Henri Becquerel (1896) menetapkan bahwa sinar yang dipancarkan oleh unsur radioaktif memiliki sifat yang mirip dengan elektron. Thomson (1897) melanjutkan eksperimen William Crookes. yaitu pengaruh medan listrik dan medan magnet. Pada tabung sinar katoda. J.J. Thomson menunjukkan bahwa sinar katoda dapat dibelokkan menuju anoda dari medan listrik. Hal ini menunjukkan bahwa ada partikel bermuatan negatif dalam atom.

J.J. Thomson menunjukkan bahwa sinar katoda dapat dibelokkan menuju anoda dari medan listrik. Hal ini menunjukkan bahwa ada partikel bermuatan negatif dalam atom. Besarnya muatan dalam elektron ditemukan oleh Robert Andrew Milikan (1908) melalui percobaan tetes minyak Millian. Minyak disemprotkan ke dalam tabung berlistrik. Karena gaya gravitasi, tetesan minyak akan jatuh. Jika tetesan minyak menerima muatan negatif, ia akan tertarik ke terminal positif medan listrik. Dari hasil percobaan Milikan dan Thomson, muatan elektron -1 dan massa elektron 0 , sehingga elektron dapat dicatat sebagai $(-1e)$

2). Penemuan Proton

Apabila massa elektron 0 artinya suatu partikel tidak mempunyai massa. Akan tetapi, kenyataannya partikel materi mempunyai massa yang dapat diukur dan bersifat netral. Bagaimana mungkin atom itu bersifat netral dan mempunyai massa, jika hanya ada elektron saja dalam atom?. Eugene Goldstein (1886) melakukan riset dari tabung gas yang memiliki katoda, yang diberi lubang-lubang dan diberi muatan listrik.



Gambar 2.Percobaan Goldstein

(sumber : <https://onlinelearning.uhamka.ac.id/>)

Hasil eksperimen tersebut membuktikan bahwa pada saat terbentuk elektron yang menuju anode,

terbentuk pula sinar positif yang menuju arah berlawanan melewati lubang pada katode. Setelah berbagai gas dicoba dalam tabung ini, ternyata gas hidrogenlah yang menghasilkan sinar muatan positif yang paling kecil baik massa maupun muatannya, sehingga partikel ini disebut dengan proton. Massa proton = 1 sma (satuan massa atom) dan muatan proton = +1.

3). Penemuan Inti Atom

Setelah penemuan proton dan elektron, Ernest Rutherford melakukan penelitian penembakan lempeng tipis emas. Apabila atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alfa yang ditembakkan harusnya tidak ada yang diteruskan/ menembus lempeng sehingga muncullah suatu istilah inti atom. Rutherford dibantu oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (1911) mendapatkan konsep inti atom yang didukung dengan penemuan sinar X oleh WC. Rontgen (1895) dan penemuan zat radioaktif (1896). Percobaan Rutherford, hamburan sinar alfa oleh lempeng emas. Hasil ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif, sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga dapat diprediksi bahwa ada partikel lain dalam inti atom.

4). Neutron

Prediksi dari Rutherford memacu W. Bothe dan H. Becker (1930) melakukan eksperimen penembakan partikel alfa pada inti atom berilium (Be) dan dihasilkan radiasi partikel berdaya tembus tinggi. Chadwick

mengamati bahwa Be yang ditembak dengan partikel α memancarkan suatu partikel yang mempunyai daya tembus yang sangat tinggi dan tidak dipengaruhi oleh medan magnet maupun medan listrik. Partikel ini bersifat netral atau tidak bermuatan. Partikel ini kemudian diberi nama neutron dan dilambangkan dengan

Sifat-sifat neutron adalah :

- a) Tidak bermuatan karena sinar neutron dalam medan listrik ataupun medan magnet tidak dibelokkan ke kutub positif dan negatif.
- b) Mempunyai massa yang hampir sama dengan massa atom, yaitu $1,675 \times 10^{-24}$ g atau 1,0087 sma.

2.2. Nomor Atom dan Nomor Massa

1). Nomor Atom

Nomor atom menunjukkan jumlah muatan positif dalam inti atom (jumlah proton). Menurut Henry Moseley (1887-1915) jumlah muatan positif setiap unsur bersifat karakteristik, jadi unsur yang berbeda akan memiliki nomor atom yang berbeda. Untuk jumlah muatan positif (nomor atom) diberi lambang Z. Jika atom bersifat netral, maka jumlah muatan positif (proton) dalam atom harus samadengan jumlah muatan negatif (elektron). Jadi, nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron.

2). Nomor massa

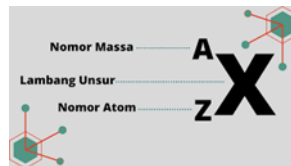
Berdasarkan percobaan tetes minyak Millikan ditemukan bahwa massa elektron = $9,109 \times 10^{-28}$ gram. Jika 1 satuan massa atom atau satu sma = massa 1 atom hidrogen = $1,6603 \times 10^{-24}$ gram, maka massa 1 elektron

adalah $9,109 \times 10^{-28}$ dibagi $1,6603 \times 10^{-24} = 5,49 \times 10^{-24} = 1/1,836$ sma.

Atom terdiri atas proton, neutron, dan elektron. Jadi, Massa atom = (massa p + massa n) + massa e. Massa elektron jauh lebih kecil dari pada massa proton dan massa neutron, maka massa elektron dapat diabaikan. Dengan demikian: Massa atom = massa p + massa n Massa atom dinyatakan sebagai nomor massa dan diberi lambang A. Jadi: Nomor Massa= jumlah proton + jumlah neutron.

3). Notasi Atom

Penulisan notasi pada atom adalah sebagai berikut:



dimana:

X = lambang atom/unsur

A = nomor massa atom

Z = nomor atom

Nomor atom (Z) menunjukkan jumlah proton atau elektron yang terdapat di dalam atom. Pada atom netral, jumlah elektron sama dengan jumlah proton. Sedangkan dalam bentuk ion, jumlah elektron tidak sama dengan jumlah proton. Namun jumlah proton tetap, baik dalam atom netral maupun dalam ionnya, yang berubah adalah jumlah elektronnya. Nomor massa (A) menunjukkan jumlah proton dan neutron yang terdapat padainti atom. Pada terjadinya reaksi kimia, jumlah nomor atom dan massa yang terlibat sebelum dan setelah reaksi haruslah tetap.

2.3. Isotop, Isoton, Isobar dan Isoelektron

Atom tersusun elektron dan inti atom. Inti atom terdiri dari proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan (netral). Jumlah total dari proton dan neutron dinyatakan sebagai nomor massa atom dari inti. Dua atom atau lebih mempunyai kesamaan jumlah proton, nomor massa, jumlah neutron atau elektron yang disebut isotop, isobar, isoton, dan isoelektron.

1). Isotop

Pada tahun 1912, J.J. Thomson melakukan percobaan untuk menentukan perbandingan muatan terhadap massa (e/m) dari ion positif yang dihasilkan dalam sebuah tabung sinar kanal. Hasil yang didapat dengan menggunakan gas neon sangat diluar dugaan. Penemuan Thomson adalah bahwa atom-atom dari unsur yang sama dapat sedikit berbeda dalam massanya. Perbedaan ini disebut isotop. Jadi isotop yaitu atom-atom yang mempunyai nomor atom sama, tetapi mempunyai massa yang berbeda. Karena setiap unsur mempunyai atom-atom dengan nomor atom yang sama, maka dapat dikatakan bahwa isotop merupakan unsur yang mempunyai jumlah proton sama, tetapi nomor massa berbeda.

2). Isobar

Isobar yaitu atom-atom yang nomor atomnya berbeda (unsur yang berbeda), tetapi nomor massanya sama.

3). Isoton

Isoton yaitu atom-atom dari unsur-unsur yang berbeda, tetapi jumlahneutronnya sama.

4). Isoelektron

Isoelektron yaitu atom-atom dari unsur yang berbeda, tetapi jumlah elektronnya sama.

2.4. Molekul

Molekul merupakan kumpulan dua atom atau lebih yang ada dalam suatu susunan tertentu yang terikat oleh gaya kimia atau ikatan kimia. Pada molekul ini adanya dua atom atau lebih saling keterikatan dan memiliki unsur-unsur yang sama, seperti O_2 yang ada pada Oksigen atau pada atom yang mempunyai unsur yang berbeda yang biasa disebut dengan sebutan molekul senyawa. Contoh H_2O yang terdiri dari dua atom H dan juga satu atom O.

Atom ini berhubungan sangat kuat karena atom yang tidak kovalen tidak akan bisa dianggap sebagai molekul tunggal. Selain itu, molekul juga biasa disebut sebagai salah satu bagian dari atom yang paling kecil dan tidak bisa dipisahkan dari senyawa kimia yang terdiri dari dua atom atau lebih yang saling berkaitan antara atom satu dengan yang lainnya. Adapun macam-macam molekul ada dua yakni molekul unsur dan molekul senyawa.

1). Molekul Unsur

Molekul unsur adalah molekul yang terbentuk dari hasil penggabungan atom atau unsur yang satu jenis. Molekul unsur ini intinya adalah molekul yang terdiri dari satu jenis atom atau unsur saja. Molekul unsur ini terdapat penamaan sendiri mengenai jumlah unsur penggabungannya yaitu:

- a) Dwiatom yaitu molekul yang terbentuk dari dua atom
- b) Triatom yaitu molekul yang terbentuk dari tiga atom
- c) Tetraatom yaitu Molekul yang terbentuk dari 4 atom.

Molekul yang terdiri dari 3 atau lebih disebut juga dengan molekul poliatomik. Adapun contoh dari molekul unsur adalah O_2 (Oksigen), O_3 (Ozon), P_4 (Posfor), N_2 (Nitrogen), H_2 (Hidrogen).

2). Molekul Senyawa

Molekul senyawa merupakan molekul yang terbentuk dari beberapa unsur atom atau lebih. Pengertian lain dari molekul senyawa adalah molekul yang dihasilkan dari penggabungan unsur atau atom dengan jenis yang berbeda. Perlu diketahui bahwa semua senyawa adalah molekul, tidak semua molekul senyawa. Contoh dari molekul senyawa yaitu CO_2 (Karbon Dioksida) yang terdiri dari 1 atom Karbon dan 2 atom Oksigen.

3). Ukuran Molekul

Ukuran suatu molekul sangatlah kecil apabila dilihat dengan mata telanjang. Kecuali yang terdapat pada sebuah DNA mencapai ukuran makroskopis. Adapun ukuran molekul terkecil adalah hidrogen diatomik (H_2), dengan keseluruhan molekul sekitar dua kali panjang ikatnya (0.74 \AA). Untuk ukuran molekul yang sangat besar disebut dengan makromolekul.

4). Rumus Molekul

Rumus empiris adalah senyawa yang menunjukkan nilai perbandingan yang paling sederhana unsur-unsur penyusun senyawa tersebut. Seperti air yang memiliki nilai perbandingan atom hidrogen berbanding oksigen 2:1. Etanol juga selalu memiliki nilai perbandingan antara karbon, hidrogen, serta oksigen 2:6:1. Akan tetapi rumus tidak menunjukkan bentuk ataupun susunan atom dalam molekul tersebut. Rumus empiris hanya

mampu memberikan nilai perbandingan atom-atom penyusun suatu molekul dan tidak memberikan nilai jumlah atom yang sesungguhnya. Hanya saja rumus molekul menggambarkan jumlah atom penyusun molekul secara tepat.

2.5. Ion

Ion adalah atom atau molekul yang telah memperoleh atau kehilangan satu atau lebih elektron valensi, sehingga menghasilkan muatan listrik positif atau negatif. Ion terbentuk karena ketidakseimbangan jumlah proton (partikel bermuatan positif) dan elektron (partikel bermuatan negatif) dalam spesi kimia. Jika jumlah elektron lebih sedikit dari proton atau kehilangan elektron, maka ion tersebut bermuatan positif. Akan tetapi, jika jumlah elektron lebih banyak dari proton atau menerima elektron, maka ion tersebut bermuatan negatif.

1). Karakteristik Ion

Zat yang terionisasi pada umumnya memiliki sifat dan perilaku yang berbeda daripada ketika zat tersebut pada kondisi netral. Hal yang umum terjadi adalah suatu zat yang bersifat isolator atau non-konduktor akan menjadi konduktor atau mampu menghantarkan listrik ketika zat tersebut terionisasi. Ketika suatu atom atau molekul berubah menjadi ion, maka atom atau molekul tersebut menjadi sesuatu yang sepenuhnya baru. Pada saat suatu materi berada dalam kondisi ion, maka materi tersebut akan lebih reaktif atau mudah bereaksi dengan zat lain. Hal ini terjadi karena pada kondisi ion, suatu atom atau molekul memiliki energi yang lebih tinggi sehingga cenderung akan bereaksi dengan zat lain yang berada di sekitarnya dan memungkinkan untuk terjadinya reaksi. Dengan bereaksi atau berikatan dengan

zat lain, maka muatan akan menjadi netral kembali sehingga energi dari materi itu akan lebih rendah atau menjadi lebih stabil.

Senyawa ionik dapat berasal dari bahan logam maupun nonlogam. Sebagian besar senyawa ionik dapat larut dalam air, tetapi tidak semua yang larut dalam air bersifat ionik. Kondisi tersebut disebabkan karena molekul air dapat menembus kristal atau kisi kristal sehingga memecah atau melemahkan kekuatan elektrostatis yang kuat antara ikatan kation dan anion. Ketika ikatan tersebut terbuka, maka suatu senyawa ionik akan menjadi larut dalam air dalam keadaan ionisasi. Sedangkan dalam pelarut organik, senyawa ionik ini tidak larut dalam pelarut organik seperti dalam eter, n-hexane, alkohol, maupun dalam pelarut organik lainnya.

2). Jenis-Jenis Ion

Ion dapat dikelompokkan menjadi dua kategori besar, yaitu kation dan anion. Kation adalah ion yang membawa muatan positif bersih karena jumlah proton dalam spesies lebih besar daripada jumlah elektron. Kation pada umumnya terbentuk akibat dari suatu spesi yang kehilangan satu atau lebih elektronnya. Rumus untuk kation ditunjukkan dengan tanda “+” dengan diawali angka yang menunjukkan jumlah muatan. Misalnya yaitu H^+ berarti atom hidrogen yang bermuatan 1+, untuk Ca^{2+} merupakan kalsium yang bermuatan 2+.

Anion adalah ion yang membawa muatan negatif. Anion terbentuk karena suatu spesi menarik atau menangkap elektron dari spesi lain yang kehilangan elektron. Di dalam kimia, anion biasa dituliskan dengan

tanda “-“ yang sama seperti kation dengan diawali angka yang menunjukkan besar muatannya. Muatan pada anion diindikasikan menggunakan superscript setelah rumus kimia. Sebagai contoh, Cl^- adalah simbol untuk anion klorin, yang membawa muatan negatif tunggal (-1). Contoh lainnya adalah simbol untuk anion sulfat ditulis sebagai SO_4^{2-} yang bermuatan 2-.

3). Ion Monatomik dan Poliatomik

Ion monoatomik adalah ion yang terdiri dari satu atom, itu disebut ion monatomik. Contohnya adalah ion hidrogen, H^+ . Sedangkan ion poliatomik, juga disebut ion molekuler, terdiri dari dua atom atau lebih.

B. Sistem Periodik Unsur

1. Perkembangan Sistem Periodik Unsur

a. Antoine Lavoisier (1789)

Pengelompokan unsur dikenal pertama kali dimulai pada tahun 1789 oleh Antoine Lavoisier yang mengelompokkan 33 unsur kimia yang sudah ditemukan saat itu. Pengelompokan unsur yang dibuat oleh Antoine Lavoisier berdasarkan sifat kimianya ada yaitu logam, non-logam, gas, dan tanah (Marshall, J.L. Beta Eta 1971 dan Marshall, V.R, Beta Eta 2003).

Unsur gas yang di kelompokkan oleh Lavoisier adalah nitrogen, kalium, oksigen, cahaya, dan juga hidrogen. Unsur-unsur yang tergolong non logam adalah sulfur, fosfor, karbon, asam klorida, asam flourida, dan asam borak. Unsur-unsur yang diklasifikasikan sebagai logam adalah tungsten, kobalt, antimon, arsenik, perak, bismut, tembaga, timah, besi, merkuri, molibdenum, nikel, emas, platinum, seng, dan

tobel. Golongan ini masih terlalu umum karena ternyata dalam kelompok unsur logam masih terdapat berbagai unsur yang memiliki sifat berbeda.

b. John Dalton (1808)

Pada tahun 1808, sekitar dua dekade setelah pengelompokan unsur yang dilakukan oleh Lavoisier, John Dalton mengemukakan suatu teori bahwa “unsur dari atom yang berbeda mempunyai sifat dan massa yang berbeda”, dimana massa atom diperoleh dari perbandingan massa atom unsur terhadap massa atom unsur hidrogen. Berdasarkan teorinya, ia mengelompokkan zat ke dalam unsur-unsur yang pada waktu itu terdiri dari 36 unsur berdasarkan kenaikan massa atomnya. Salah satu yang juga menjadi kelebihan Dalton adalah ia juga memperkenalkan simbol atom dalam pengelompokannya. Teori mengenai atom dan unsur yang telah dikemukakan oleh Dalton mendapat banyak perhatian bagi para ilmuwan pada saat itu. Dalam perkembangan selanjutnya, seorang ilmuwan bernama Jons Jacob Berzelius (1828) berhasil membuat daftar masa atom unsur-unsur yang akurat. Daftar maasa atom yang dibuat ini menjadi perhatian yang sangat menarik untuk dipelajari oleh para ilmuwan terutama dalam pengelompokan unsur.

c. Johann Wolfgang Döbereiner (1780- 1849)

Johann Wolfgang Döbereiner mempelajari hubungan sifat kimia dan masa atom. Döbereiner menentukan masa atom dengan menganalisis mineral sulfat yang dinamakan Celestine (stronsium) dari sebuah tambang.

Dia menemukan keterkaitan antara sifat dengan massa atom. Dalam penemuannya dikatakan bahwa

masa Celestine (stronsium) adalah rata-rata masa atom Kalsium dan Barium yang memiliki kemiripan sifat. Dari penemuan ini Döbereiner mengemukakan bahwa pengelompokan unsur disusun berdasarkan triad. Dalam triadnya, massa atom tengah adalah harga rata-rata massa atom pertama dan ketiga.

Selanjutnya, para ahli menilai bahwa tidak semua unsur dapat dikelompokkan berdasarkan Triad yang dibuat oleh Döbereiner terutama untuk unsur-unsur bermassa sangat rendah ataupun bermassa sangat tinggi. Namun demikian, penemuan Döbereiner ini mendorong ahli untuk mencari korelasi antara sifat kimia dari unsur-unsur dan masa atom mereka. Sehingga pengelompokan unsur mengalami perkembangan dari yang awal hanya berdasarkan kenaikan masa atom ditambahkan berdasarkan kemiripan sifat.

d. J. Newlands (1863-1865)

J. Newlands adalah orang pertama yang mengklasifikasikan unsur-unsur menurut kenaikan masa atom relatifnya. Newlands mengumumkan penemuannya yang disebut hukum oktaf. Ia menyatakan bahwa sifat-sifat unsur berubah secara teratur. Unsur pertama mirip dengan unsur kedelapan, unsur kedua mirip dengan unsur kesembilan dan seterusnya. Daftar elemen yang disusun oleh Newlands didasarkan pada hukum oktaf.

Disebut hukum oktaf karena dia memperhatikan bahwa sifat-sifat yang sama berulang setiap elemen kedelapan dalam urutan berikutnya, dan polanya tampak seperti oktaf musik. Kelemahan teori ini adalah dalam prakteknya masih terdapat oktaf yang mengandung lebih dari delapan jumlah unsur kimia.

e. Lothar Meyer

Lothar Meyer adalah seorang kimiawan Jerman. Pada tahun 1864 Lothar Meyer mengamati hubungan antara kenaikan massa atom dengan sifat unsur dengan cara membuat Kurva hubungan antara volume atom dengan massa atom. Dari kurva yang dibuat, ia mendapati bahwa kemiripan sifat terjadi secara teratur atau mengalami pengulangan. Namun, pengulangan sifat unsur tidak selalu seperti yang dinyatakan oleh Newlands. Berdasarkan penemuannya itu ia menggambarkan tabel periodik unsur yang disusun berdasarkan kenaikan massa atom secara vertikal. Uniknya tabel yang ia kemukakan mirip seperti yang dikemukakan oleh Mendeleev.

f. Dimitri Ivanovich Mendeleev

Pada tahun 1869, seorang sarjana Rusia bernama Dmitry Ivanovich Mendeleev, yang mengamati sebanyak 63 unsur yang diketahui pada saat itu, menyimpulkan bahwa sifat-sifat unsur merupakan fungsi periodik dari massa atomnya. Tabel Sistem Periodik yang sudah diperbaharui milik Mendeleev mencakup periode dan golongan. Berikut Tabel periodik Mendeleev dipublikasikan pada sekitar tahun 1869 pada tabel terdapat angka-angka di sebelah simbol. Angka tersebut adalah massa atom.

Adapun yang menjadi keunggulan dari Tabel Periodik Mendeleev adalah:

- a) Sifat kimia dan fisika unsur dalam satu golongannya berubah secara beraturan.
- b) Mendeleev dapat meramalkan sifat unsur yang saat itu belum ditemukan yang akan mengisi tempat kosong dalam daftar yang ia buat.

- c) Meskipun unsur-unsur gas mulia ditemukan di masa setelahnya, tabel milik Mendeleev ini tidak mengalami perubahan

Selain keunggulan terdapat juga beberapa kelemahan yang ada pada Tabel Periodik Mendeleev, yaitu:

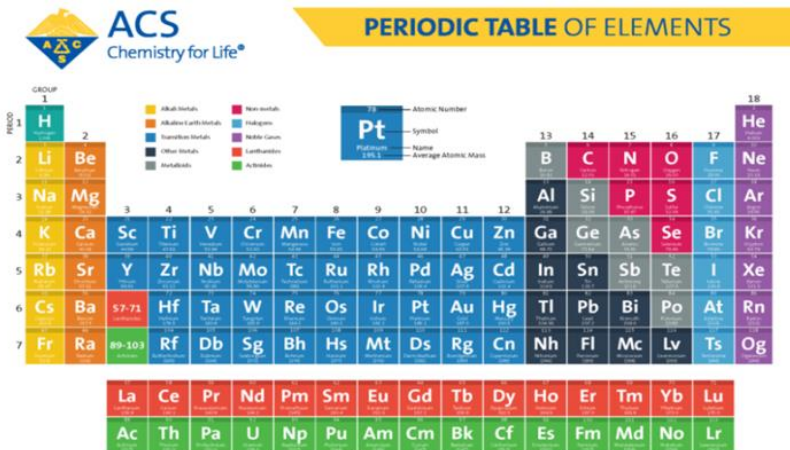
- a) Adanya periode yang tidak sama panjang
b) Tidak konsisten dalam meletakkan beberapa unsur seperti: Iodin (I-127) ditempatkan setelah Telurium (Te-128).

Dalam hal ini Mendeleev lebih mengutamakan sifat unsur dari pada kenaikan massa atomnya. Selanjutnya Mendeleev menempatkan Ti ($A_r = 8$) pada golongan IV dan membiarkan golongan III kosong karena Ti lebih mirip dengan C dan Si dibandingkan dengan B dan Al. Mendeleev membuat prediksi dari sifat-sifat unsur yang tidak diketahui atau belum ditemukan di saat itu. Perkiraan ini didasarkan pada sifat-sifat elemen unsur lain yang diketahui, baik secara horizontal maupun vertikal. Ketika unsur kimia yang diprediksi ditemukan, ternyata sama dengan yang menjadi prediksi Mendeleev.

g. Sistem Periodik Modern

Penggolongan unsur dalam tabel sistem periodik dilakukan menurut sifat yang mirip dan sejalan dengan massa atom. Hal tersebut adalah pemikiran yang terjadi selama lebih dari 100 tahun. Namun, pemikiran ini belum mampu menjelaskan beberapa unsur yang ditempatkan tidak berdasarkan kenaikan masa atom seperti unsur Te diletakkan sebelum I, Co sebelum Ni, Ar sebelum K. Hal ini memunculkan pertanyaan besar terhadap dasar pengelompokan unsur dalam tabel

sistem periodik. Pertanyaan ini akhirnya menghadirkan sebuah paradigma baru yang menjadi penentu dalam pengelompokan unsur dalam tabel periodik unsur berkat ditemukannya sinar X oleh Henry G. Moseley pada tahun 1913. Dari hasil penemuannya lantas ia mengemukakan bahwa, sifat-sifat kimia unsur merupakan fungsi periodik dari nomor atomnya. Artinya, apabila setiap unsur yang ada diurutkan berdasarkan kenaikan nomor atomnya, maka secara periodik akan berulang sifat-sifatnya. Dari sistem periodik Moseley ini kemudian dikembangkanlah sistem periodik modern. Berikut adalah tabel periodik Modern yang digunakan hingga saat ini:



Gambar 3. Tabel Periodik Modern (Sumber : <https://www.acs.org/>)

2. Sifat Keperiodikan Unsur

a. Jari – Jari Atom

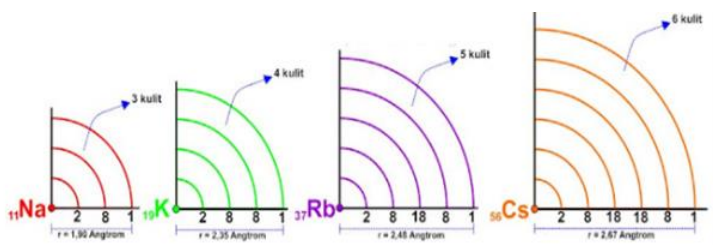
Ukuran atom sebagai jarak dari inti ke elektron di kulit lebih luar yang disebut sebagai jari – jari atom. Unit yang sudah lama digunakan untuk menunjukkan

dimensi atom adalah angstrom, Å. Meskipun demikian angstrom bukan unit SI. Unit SI yang sesuai adalah nanometer (nm) atau pikometer (pm). $1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m} = 1 \times 10^{-8} \text{ cm} = 0,1 \text{ nm} = 100 \text{ pm}$ (Budiwati, R., 2019).

Sifat keperiodikan jari – jari atom dalam sistem periodik

1. Dalam satu golongan

Perhatikan gambar ilustrasi jari – jari atom unsur natrium, kalium, rubidium, dan cesium yang merupakan unsur – unsur pada golongan IA pada Gambar 4 berikut ini :



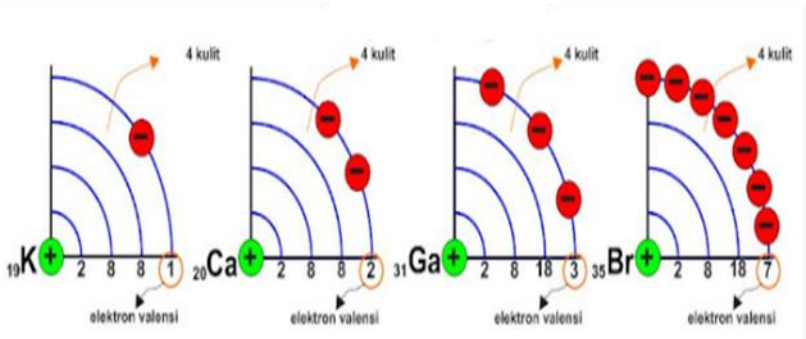
Gambar 4. Ilustrasi Jari – Jari Atom Na, K, Rb, Cs

Sumber : <https://blogmipa-kimia.blogspot.com/2017/04/sifat-keperiodikan-unsur.html>

Dari gambar ilustrasi di atas, dapat kita lihat bahwa unsur – unsur dalam satu golongan mempunyai jumlah elektron valensi sama dan kulit atom bertambah. Hal ini mengakibatkan kulit terluar makin jauh dari inti atom. Jadi, dapat disimpulkan jari – jari atom dalam satu golongan , makin ke bawah akan semakin besar.

2. Dalam satu periode

Perhatikan gambar ilustrasi jari – jari atom unsur kalium, kalsium, galium dan bromium yang merupakan unsur – unsur dalam periode 4 pada Gambar 5 berikut ini :



Gambar 5. Ilustrasi Jari – Jari Atom dalam Satu Periode

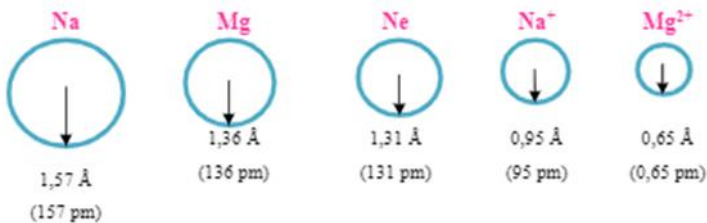
Dari Gambar 5, dapat kita lihat bahwa unsur – unsur seperiode mempunyai jumlah kulit yang sama. Akan tetapi unsur – unsur seperiode ini tidak memiliki jari – jari atom yang sama juga karena semakin ke kanan letak unsur, jumlah proton dan elektron semakin banyak sehingga tarik – menarik inti dengan elektron makin kuat). Untuk menentukan besarnya jari – jari atom dalam satu periode ini juga dapat kita ilustrasikan seperti ini, contohnya kita akan menentukan mana yang lebih besar, apakah besar jari – jari atom ${}_{6}\text{C}$ atau jari – jari atom ${}_{9}\text{F}$.

Ditinjau dari Konfigurasi elektron keduanya: ${}_{6}\text{C} = 2) 4)$; dan ${}_{9}\text{F} = 2) 7)$. Berdasarkan jumlah kulit, kedua atom memiliki jumlah yang sama yaitu 2 kulit elektron tetapi elektron valensinya berbeda. Dari uraian ini, artinya yang kita perhatikan bukanlah jumlah kulitnya melainkan besarnya tarik menarik

dari inti ke kulit elektron terluarnya. Jika kita ilustrasikan dalam kehidupan kita pada kegiatan menarik benda kita ilustrasikan pada atom C ditarik oleh 6 orang sedangkan pada atom F ditarik oleh 9 orang, Ayo kira – kira benda akan tertarik lebih kuat di atom C atau di atom F ? Tentunya yang jumlahnya yang orang yang lebih besar akan tertarik juga lebih kuat yaitu pada atom F. Nah jika tarikannya lebih kuat otomatis benda itu akan bergeser lebih dekat. Artinya elektron terluar pada atom F Akan lebih dekat dengan inti sehingga jari – jari atomnya akan semakin kecil sedangkan pada atom C tarikan tidak terlalu kuat sehingga jarak antara inti dan elektron terluarnya tidak mengalami perubahan dan jari – jari atomnya cenderung tetap. Sehingga antara atom C dan atom F dalam satu periode. Atom C mempunyai jari-jari atom lebih besar dari pada atom F. Jadi, dapat disimpulkan jari-jari atom untuk unsur yang seperiode, makin ke kanan akan semakin kecil.

b. Jari-Jari Ionik

Atom logam biasanya melepaskan elektron yang berasal dari kulit paling luar. Karena kehilangan satu kulit, maka atom logam (ion) menjadi lebih kecil. Hal ini terjadi karena adanya kelebihan muatan inti pada sejumlah elektron, inti menarik elektron lebih dekat. Sebagai akibatnya kation (ion positif) lebih kecil dari atomnya dan Anion (ion negatif) lebih besar dari pada atomnya. Untuk sederet ion elektronik semakin besar muatan inti, semakin kecil ionnya (Budiwati, R., 2019). Contoh :

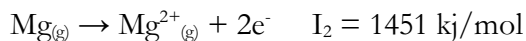


Gambar 6. Contoh jari-jari ionik

Jari-jari menunjukkan bahwa Na dan Mg adalah jari-jari kovalen, Na⁺ dan Mg²⁺ merupakan jari-jari ionik dan Ne adalah jari-jari van der Waals.

c. Energi Ionisasi

Energi ionisasi ini juga sering disebut juga energi pengionan. Energi ionisasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari atom atau ion dalam bentuk gas sehingga tidak ada interaksi lagi diantara ion dan elektron. Pengukuran energi ionisasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan sinar katoda yang dimodifikasi dimana atom yang diukur energi ionisasinya berada pada tekanan rendah dalam bentuk gas. Contoh harga ionisasi untuk atom Mg :



I_1 merupakan energi ionisasi pertama artinya energi yang diperlukan untuk dapat melepas satu elektron yang berasal dari atom netral dalam bentuk gas, **sedangkan** I_2 merupakan energi ionisasi kedua artinya energi yang diperlukan untuk dapat melepaskan satu elektron yang berasal dari ion dalam bentuk gas yang jumlah muatannya +1. Berdasarkan contoh di atas didapat bahwa energi ionisasi kedua lebih besar daripada energi ionisasi pertama.

Energi Ionisasi kedua memerlukan energi yang lebih besar karena elektron yang terionisasi berasal dari ion dengan muatan +2 (Mg^{2+}) dibandingkan energi ionisasi pertama yang melepaskan ion terionisasi dari ion dengan muatan +1 (Mg^+). Perbandingan energi ionisasi dari unsur yang berbeda ditentukan oleh jarak elektron dengan inti, semakin jauh jarak elektron yang ingin dilepas dari inti maka akan semakin mudah untuk dilakukan. Hal ini dapat diartikan bahwa Energi ionisasi berkurang dengan bertambahnya ukuran atom. Berdasarkan hasil pengukuran ini didapat bahwa unsur – unsur dari atas ke bawah dalam tabel periodik akan lebih bersifat sebagai logam (lebih mudah kehilangan elektron). Sejalan dengan hal tersebut, dalam unsur seperiode dari kiri ke kanan akan lebih bersifat non logam.

Muatan inti efektif yang besar membuat energi ionisasi gas mulia yang tinggi, terlihat bahwa Helium memiliki energi ionisasi pertama tertinggi dari semua unsur. Unsur golongan 1A (logam alkali) memiliki energi ionisasi pertama terendah karena masing – masing logam ini memiliki satu elektron valensi dimana secara efektif akan dilindungi oleh kulit bagian dalamnya yang terisi penuh sehingga logam ini akan mudah untuk melepaskan elektron membentuk ion unipositif (Li^+ , Na^+ ,...). Konfigurasi elektron dari kation – kation ini secara signifikan soelektronik dengan gas – gas mulia. Dari gambar 8 terlihat bahwa energi ionisasi logam lebih rendah dibandingkan non logam karena logam selalu membentuk kation sedangkan non logam membentuk anion dalam senyawa ionik. Secara garis besar dapat disimpulkan untuk unsur yang segolongan dari atas ke bawah energi ionisasi cenderung semakin kecil

sebaliknya untuk unsur seperiode dari kiri ke kanan energi ionisasi semakin besar.

d. Afinitas Elektron

Afinitas elektron berhubungan dengan perubahan energi yang terjadi jika suatu atom atau ion mendapatkan elektron untuk membentuk ion negatif dalam keadaan gas. Contoh :



Berdasarkan konvensi termokimia untuk tanda negatif pada jumlah energi afinitas elektron pada reaksi di atas menunjukkan bahwa adanya energi yang dilepas (eksotermis). Secara diagram orbital dapat digambarkan :



Perhatikan beberapa nilai afinitas elektron untuk beberapa unsur pada Gambar berikut:

| | | | | | | | |
|-----|----|-----|------|----|------|------|----|
| Li | Be | B | C | N | O | F | Ne |
| -60 | 0 | -26 | -154 | -7 | -141 | -328 | 0 |
| Na | | | | | | | |
| -53 | | | | | | | |
| K | | | | | | | |
| -48 | | | | | | | |
| Rb | | | | | | | |
| -47 | | | | | | | |
| Cs | | | | | | | |
| -46 | | | | | | | |

Gambar 7. Tabel afinitas elektron unsur-unsur periode dua dan unsur-unsur golongan satu

Berdasarkan data pada Gambar 7 terlihat bahwa pada sistem periodik unsur, unsur yang seperiode afinitas elektronnya dari kiri ke kanan akan menjadi lebih besar sedangkan untuk unsur yang segolongan dari atas ke bawah afinitas elektronnya akan menjadi lebih kecil.

Berilium mempunyai nilai afinitas elektron yang lemah hal ini didasarkan pada asumsi bahwa elektron – elektron dalam orbital 2s melindungi setiap elektron yang ditambahkan ke orbital 2p. Hal ini menyebabkan gaya tarik yang terjadi di elektron 2p terhadap inti mendekati nol (Akram, La Kilo., 2018). Hal utama yang harus kita ingat dalam menentukan afinitas elektron adalah semakin mudah suatu atom menangkap elektron maka afinitas elektronnya semakin besar.

e. **Keelektronegatifan**

Keelektronegatifan merupakan kemampuan suatu atom dalam molekul untuk menarik elektron ke atom itu sendiri. Konsep keelektronegatifan digunakan untuk menjelaskan kereaktifan suatu unsur dalam sistem periodik unsur. Perkembangan konsep mengenai keelektronegatifan menurut Pauli berasal dari sebuah studi mengenai energi ikatan. Keelektronegatifan akan mengalami peningkatan pada unsur yang seperiode dari kiri ke kanan serta akan mengalami penurunan nilai keelektronegatifannya pada unsur yang segolongan dari atas ke bawah (Takeuchi, Y., 2006).

Daftar Pustaka

Achmad, H. (2001). *Struktur Atom, Struktur Molekul & Sistem Periodik*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.

Akram, La Kilo. (2018). *Kimia Anorganik Struktur dan Kereaktifan*. Universitas Negeri Gorontalo Press. Gorontalo.

Budiwati, R. (2019). *Kimia Dasar*. Bandung : Itenas

Chang, R & Jason O. (2011). *General Chemistry the Essential Concepts*. Sixth Edition. New York : The McGraw-Hill Companies.

<https://onlinelearning.uhamka.ac.id/>

<https://blogmipa-kimia.blogspot.com/2017/04/sifat-keperiodikan-unsur.html>

<https://www.acs.org/>

Jespersen, N. D., Brady, J. E. and Hyslop, A. (2012). *Chemistry the Molecular Nature of Matter*, 6th edition. New York: John Wiley and Sons, Inc

Marshall. J.L. Beta Eta 1971 dn Marshall, V.R, Beta Eta. (2003). *Rediscovery of the elements Johann Wolfgang Döbereiner*. Diakses melalui <http://www.kentchemistry.com/links/PT/Doebereiner.pdf> diakses tanggal 21 -09 – 2021

Silberberg. (2009). Principal of General Chemistry Second Edition. Mc. Graw. Hill: International Edition.

Syukri, S. (1999). *Kimia Dasar 1*. Bandung: ITB.

Takeuchi, Y. (2006). *Pengantar Kimia*.Tokyo: Iwanami Shoten.

BAB VII

CAMPURAN, KONSENTRASI DAN PENGENCERAN

Dewi Handayani

A. Campuran

Kita selalu berinteraksi dengan larutan setiap harinya. Minuman bersoda, minuman elektrolit dan udara yang kita hirup setiap hari termasuk dalam larutan. Larutan termasuk dalam campuran yang merupakan gabungan dari dua zat atau lebih yang masih tampak sifat aslinya. Tiga macam campuran diantaranya adalah larutan, suspensi dan koloid.

a. Larutan

Larutan merupakan campuran zat dan pelarut yang komposisinya merata (homogen). (Rusman, dkk., 2018). Larutan merupakan campuran homogen dimana tidak ada batas jelas antara zat terlarut dan pelarut. Ukuran molekul partikel zat terlarut begitu kecil sehingga tidak dapat dilihat bahkan dengan mikroskop elektron. Partikel – partikel zat terlarut dalam larutan tersebar merata sehingga walaupun dibiarkan dalam waktu yang lama tidak akan mengalami endapan. Larutan bersifat stabil dan jika disaring menggunakan penyaring ultra maka tidak akan meninggalkan residu. Contohnya adalah larutan garam, larutan gula dan larutan cuka (Rohmatun, 2019).

b. Suspensi

Suspensi merupakan campuran heterogen dimana terdapat batas yang jelas antar komponen satu dengan lainnya. Suspensi merupakan sistem dua fasa, ukuran partikelnya lebih besar dari

100 nm sehingga terpisah jika disaring dan meninggalkan residu dan filtrat. Contohnya pasir dicampur dengan air atau tepung kanji yang dicampur dengan air.

c. Koloid

Koloid merupakan campuran yang keadaannya terletak antara larutan dan suspensi. Bila dilihat dengan kasat mata, koloid tampak seperti campuran yang homogen, namun secara mikroskopis bersifat heterogen. Ketika didiamkan, campuran koloid tampak terpisah antara residu dan filtratnya, namun ketika disaring tidak ada residu yang diperoleh. Ukuran partikel koloid antara 1-100 nm. Contoh koloid yaitu santan dan susu. (Rohmatun, 2019)

Tabel 1. Perbedaan Larutan, Koloid dan Suspensi

| Sifat | Bentuk campuran | Ukuran partikel | Fasa | Kestabilan | Penyaringan |
|-----------------|--|-----------------|-----------|---------------|--|
| Larutan | Homogen | Dibawah 1nm | Satu fasa | Stabil | Tidak dapat disaring meskipun dengan penyaring ultra |
| Koloid | Secara makroskopis homogen, secara mikroskopis ultra heterogen | 1-100 nm | Dua fasa | Umunya stabil | Tidak dapat disaring kecuali dengan penyaring ultra |
| Suspensi | Heterogen | Di atas 100 nm | Dua fasa | Tidak stabil | Dapat disaring dengan kertas saring biasa |

(Mawarnis, 2021)

Larutan berupa campuran homogen yang membentuk satu fasa atau mempunyai komposisi yang sama di bagaiian mana pun. Kebanyakan larutan mempunyai salah satu komponen yang besar

jumlahnya. Komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut pelarut (*solvent*) dan yang jumlahnya lebih sedikit disebut zat terlarut (*solute*). Untuk menyatakan komposisi larutan secara kuantitatif, digunakan konsentrasi. Konsentrasi merupakan perbandingan jumlah zat terlarut dengan pelarut. Perbandingan itu dapat dinyatakan dengan dua cara yaitu:

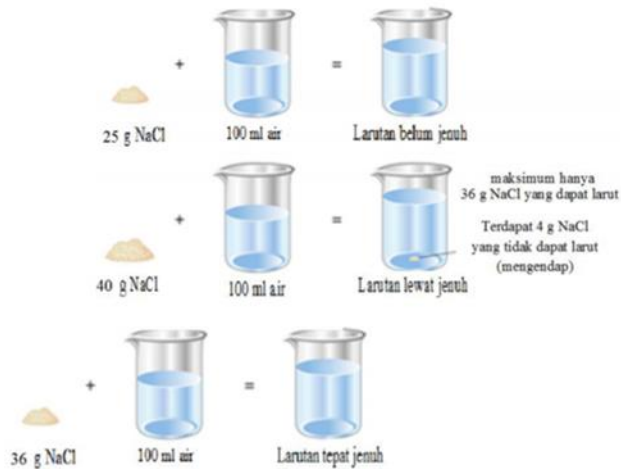
- a) jumlah zat terlarut terhadap jumlah pelarut, dan
- b) jumlah zat terlarut terhadap jumlah larutan.

Berdasarkan jumlah zat terlarut yang terdapat dalam pelarut, dikenal 3 macam larutan yaitu larutan belum jenuh, tepat jenuh, dan lewat jenuh.

- a. Jika larutan belum jenuh merupakan larutan yang dimana fase terdispersinya kurang dari nilai yang dibutuhkan atau suatu reaksi yang berlangsung tidak tepat habis bereaksi sehingga larutannya masih bersifat encer. Contoh : satu sendok gula dilarutkan kedalam segelas air. Artinya gula dapat larut dalam air bukannya air yang larut dalam gula.
- b. Jika larutannya tepat jenuh merupakan larutan dimana fase terdispersinya sesuai/ tepat dari nilai yang telah dibutuhkan atau rekasinya dapat berlangsung tepat habis bereaksi. Pada larutan tepat jenuh terdapat adanya endapan, tetapi jika berupa zat cair dan zat padat, suhunya dinaikkan maka ada energy didalamnya yang merupakan proses endoterm sedangkan berupa gas dengan suhunya dinaikkan maka energi kinetik justru yang akan menguap. Contoh : segelas teh dengan banyak gula. Artinya gula dapat larut dalam segelas teh.
- c. Jika larutannya lewat jenuh merupakan dimana fase terdispersinya lebih dari nilai yang diperlukan atau dengan kata lain reaksinya berlangsung tidak tepat habis bereaksi. Dapat dikatakan larutan lewat jenuh karena kapasitas terlarut

sudah terpenuhi sehingga menjadi jenuh. Contoh : sodium asetat (CH_3COONa) dengan mudah dapat membentuk larutan lewat jenuh dalam air. Artinya bahwa kapasitas dalam larutan tersebut sudah lewat batas maksimum.

Untuk memahami ke 3 larutan tersebut dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan larutan belum jenuh, tepat jenuh, dan lewat jenuh (Ebbing, dkk., 2008)

Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan dibagi menjadi dua yaitu :

1. Larutan elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang mampu menghantarkan arus listrik. Ditandai dengan lampu yang menyala atau adanya gelembung-gelembung gas pada larutan uji. Contoh : pada larutan gula, larutan air laut dan larutan HCl.

2. Larutan non elektrolit

Larutan non elektrolit merupakan larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Ditandai dengan tidak menyalanya lampu dan tidak ada gelembung gas pada larutan uji. Pada larutan non elektrolit, zat terlarut tidak dapat terurai

menjadi ion-ionnya. Contoh : pada larutan urea dan larutan alkohol.

B. Konsentrasi

Pada suatu reaksi kimia tentu saja berkaitan dengan larutan. Larutan standard disebut juga larutan yang konsentrasinya dapat diketahui secara tepat (Fernando & Ryan, 1997). Dalam membuat suatu larutan, tidak dapat menggunakan zat yang diinginkan secara langsung akan tetapi biasanya dilarutkan terlebih dahulu menggunakan pelarut. Oleh sebab itu, diperlukan besaran khusus yang dinamakan **Konsentrasi**. Kita dapat menggunakan berbagai macam satuan konsentrasi larutan untuk menjelaskan secara kuantitatif jumlah relatif dari zat terlarut dan pelarut. Konsentrasi dapat dinyatakan dengan berbagai macam satuan, seperti molaritas (mol zat terlarut per liter larutan), molalitas (mol zat terlarut per kilogram pelarut), fraksi mol (X), persen berat (%w/w), bagian per juta (*part per million*) atau bagian per miliar (*part per billion*).

a. Kemolaran/Molaritas (M)

Kemolaran merupakan banyaknya satu mol zat terlarut dalam tiap liter (1000 mL) larutan. Misalnya, larutan 1 molar memiliki arti bahwa dalam satu liter (1000 mL) pelarut, terlarut 1 mol zat. Nilai kemolaran (M) bisa ditentukan dengan menghitung jumlah mol zat terlarut dan volume larutan. Volume larutan adalah gabungan volume zat terlarut dan pelarut setelah bercampur. Rumus kemolaran yaitu:

$$M = \frac{n}{V(L)} \quad \text{atau} \quad M = \frac{m_t}{Mr} \times \frac{1000}{V_{(mL)}}$$

Keterangan:

n = mol zat terlarut (mol)

V = volume (L atau mL)

m_t = massa zat terlarut (gram)

Mr = massa molekul relatif (g/mol)

b. Kemolalan/Molalitas (*m*)

Kemolalan adalah jumlah mol zat terlarut dalam tiap 1 kg (1000 gram) pelarut murni. Misalnya, larutan 1 molal diartikan bahwa dalam 1 kg (1000 gram) pelarut, terlarut 1 mol zat. Untuk menentukan molalitas suatu larutan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$m = \frac{n}{m_p(kg)} \quad \text{atau} \quad m = \frac{m_t}{Mr} \times \frac{1000}{m_p(g)}$$

Keterangan:

n = mol zat terlarut (mol)

m_p = massa pelarut (kg atau gram)

m_t = massa zat terlarut (gram)

Mr = massa molekul relatif (g/mol)

c. Fraksi Mol (*x*)

Fraksi mol merupakan cara lain dalam menggambarkan komposisi larutan yaitu rasio jumlah mol komponen tertentu (zat terlarut atau pelarut) dengan jumlah mol total dalam suatu larutan. Fraksi mol dilambangkan dengan huruf Yunani x kecil (Zumdhal, 2014). n_t dan n_p merupakan jumlah mol kedua komponen. Dibawah ini merupakan rumus dalam menentukan fraksi mol:

$$x_t = \frac{n_t}{n_t+n_p} \quad \text{dan} \quad x_p = \frac{n_p}{n_t+n_p}$$

Keterangan:

x_t = fraksi mol terlarut

x_p = fraksi mol pelarut

n_t = mol terlarut (mol)

n_p = mol pelarut (mol)

Apabila fraksi mol dari masing-masing zat yang ada dalam larutan dijumlahkan, secara keseluruhan nilainya adalah 1(satu) atau:

$$x_t + x_p = 1$$

Contoh:

1. Sebanyak 9 gram urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) dilarutkan dalam 90 gram air. Tentukan kemolalan dan fraksi mol urea! (Ar C = 12; O = 16; N = 14; H = 1 g/mol)

Jawab:

- a. Kemolalan urea

$$m = \frac{m_t}{Mr} \times \frac{1000}{m_p(g)} = \frac{9}{60} \times \frac{1000}{90} = 1,67 \text{ m}$$

- b. Fraksi mol urea

$$x_t = \frac{\frac{9}{60}}{\frac{9}{60} + \frac{90}{18}} = \frac{0,15 \text{ mol}}{0,15 \text{ mol} + 5 \text{ mol}} = \frac{0,15 \text{ mol}}{5,15 \text{ mol}} = 0,029 \text{ m}$$

2. Larutan KOH mempunyai konsentrasi 0,55 molal. Tentukan fraksi mol KOH dan air!

Jawab:

Setiap 1 kg (1000 gram) air terdapat 0,5 mol KOH.

$$x_{\text{KOH}} = \frac{0,55 \text{ mol}}{0,55 \text{ mol} + \frac{1000}{18}} = 0,0098$$

d. Persen Berat (%w/w)

Pada persentase berat atau sering disebut persentase berat/berat, berat zat terlarut dibagi dengan berat larutan dan

dikaliikan dengan 100 untuk mendapatkan persentasenya. Satuan berat disajikan dengan rumus :

$$w/w\% = \text{gram zat terlarut} / \text{gram larutan} \times 100.$$

Contohnya, apabila ingin melarutkan 5 gram gula dalam 50 gram air, maka persen beratnya adalah :

$$w/w\% = 5\text{gram zat terlarut} / 50\text{gram larutan} \times 100 = 10\%.$$

Sehingga, larutan tersebut adalah larutan 10 persen (w/w).

e. **Bagian per juta : Satuan untuk polusi**

Persentase, molaritas dan molalitas biasa digunakan oleh para kimiawan di laboratorium atau untuk larutan yang dijumpai di alam. Untuk meneliti konsentrasi polutan tertentu di lingkungan dengan satuan yang disebutkan tadi akan sangat sulit karena konsentrasinya sangat kecil, sehingga digunakan konsentrasi lain yang disebut bagian per juta (*part per million*).

Persentase adalah bagian per seratus atau gram zat terlarut per 100 gram larutan. Bagian per juta (*part per million/ppm*) adalah zat terlarut per satu juta gram larutan dan dinyatakan sebagai miligram zat terlarut per kilogram larutan. Dengan adanya satuan ini, kimiawan dapat dengan mudah melakukan penimbangan dalam satuan miligram atau sampai sepersepuluh miligram (Moore, J.T., 2009).

C. **Pengenceran**

Larutan pekat lebih sering disimpan sebagai “stok”. Kita sering mengencerkan larutan pekat sebelum bekerja. Pengenceran adalah prosedur yang dilakukan dalam menyiapkan larutan yang kurang pekat dari larutan awal yang lebih pekat (Ratulani, 2017). Pembuatan larutan dengan cara pengenceran:

- a. Larutan pekat yang tersedia adalah larutan HCl 1,00 M
- b. Kita ingin membuat 1 liter larutan HCl 0,200 M
- c. HCl 1 M mengandung 1 mol zat terlarut dalam 1 Liter atau 1000 mL larutan HCl

- d. Maka HCl 0,2 M mengandung 0,2 mol zat terlarut dalam 200 mL larutan HCl. (yaitu 0,2M dikalikan 1000 mL = 200 mL)
- e. Dengan demikian kita harus mengambil 200 mL larutan HCl 1 M dan mengencerkan sampai 1000 mL dengan menambahkan air.

Pada proses pengenceran, pelarut yang ditambahkan semakin banyak dalam larutan “stok” menyebabkan terjadinya perubahan konsentrasi larutan atau konsentrasi larutan akan berkurang akan tetapi tidak akan mengubah jumlah mol zat terlarut dalam larutan. Mol zat terlarut sebelum pengenceran = mol zat terlarut setelah pengenceran Karena semua berasal dari larutan stok awal, sehingga dapat disimpulkan bahwa:

$$\text{Mawal Vawal} = \text{Makhir Vakhir}$$

Dimana:

Mawal dan Makhir adalah konsentrasi

Vawal dan Vakhir adalah volume, satuannya harus sama

$$\text{Mawal} > \text{Makhir} \text{ dan } \text{Vakhir} > \text{Vawal}$$

Contoh:

Buatlah 1,5 Liter KMnO_4 0,9 M dari larutan KMnO_4 pekat (18M)

Jawaban:

$$\text{Mawal Vawal} = \text{Makhir Vakhir}$$

$$18 \text{ M} \times \text{Vawal} = 0,9 \text{ M} \times 1,5 \text{ L}$$

$$\text{Vawal} = 0,075 \text{ L}$$

Apabila ada asam pekat yang akan dilakukan pengenceran, maka yang perlu ditambahkan adalah asam ke dalam air bukan air yang ditambahkan ke dalam asam pekat, karena akan menimbulkan panas yang tinggi sehingga larutan akan terpercik ke arah kimiawan.

Daftar Pustaka

- Ebbing, Darrel D & Steven D. Gammon. (2008). *General Chemistry*. USA : Houghton Mifflin Company.
- Fernando, Q & Ryan, M.D. (1997). *Kimia Analitik Kuantitatif*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Mawarnis, E. R. (2021). *Kimia Dasar II*. Sleman : Deepublish.
- Moore, J.T. (2009). *Kimia For Dummies*. Bandung: Pakar Raya
- Ratulani, Juwita (2017) *Kimia Dasar : Teori dan Latihan*. In: *Kimia Dasar*. DeePublish, Yogyakarta, pp. 1-178. (In Press)
- Rohmatun, Y. (2019). *Ensiklopedian Sistem Koloid dan Hidrokarbon*. Semarang : Alprin.
- Rusman, Rahmyani, R. F. I., & Mukhlis. (2018). *Buku Ajar Kimia Larutan*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Zumdahl, S. S., Zumdahl, S. L. (2014). *Chemistry (nine edition)*. United States of America: Cengage Learning.

BAB VIII

ASAM, BASA DAN GARAM

Jelita

A. Asam, Basa dan Garam dalam Kehidupan Sehari-hari

Tahukah kamu bahwa dalam kehidupan sehari-hari, banyak bahan-bahan yang berasal dari asam, basa, dan garam? Seperti pada bahan dasar makanan, sabun, atau bahkan cairan kimia. Tanpa disadari, kamu sudah mencicipi sesuatu yang berasa masam, asin dan pahit. Misalnya jeruk, asam cuka, jeruk nipis, pisang, baking soda, kapur sirih, garam dapur dan pencahar lemak. Dari yang telah kamu rasakan, dapatkan kamu mengidentifikasi dan menggolongkannya mana yang bersifat asam, basa dan garam?

Jika kamu memakan buah yang rasanya asam dan buah yang belum matang, bagaimana sih rasanya, Asam bukan? Tahukah kamu apa yang menyebabkan rasa buah yang belum matang itu terasa asam? Rasa asam tersebut berasal dari kandungan zat kimia yang terdapat dalam buah tersebut, di tiap buah memiliki kandungan zat kimia yang berbeda-beda dalam menghasilkan rasa asam tersebut. Kemudian, apa yang kamu rasakan ketika kamu mencuci tangan dengan sabun, terasa licin bukan? Hal ini disebabkan karena sabun bersifat basa dan rasanya getir atau pahit. Begitu juga rasa asin pada garam yang kita gunakan sebagai penambah rasa makanan. Akan tetapi, asam, basa dan garam juga dapat menyebabkan gangguan bagi kesehatan manusia seperti asam lambung, darah tinggi, dll. Selain itu juga dapat merusak peralatan rumah tangga seperti korosif (berkarat). Contoh asam, basa dan garam dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. Bahan bersifat asam, basa dan garam
(gurupendidikan.co.id)

B. Teori Asam- Basa

Definisi asam dan basa telah banyak dikemukakan oleh para ahli antara lain :

1. Svante August Arrhenius

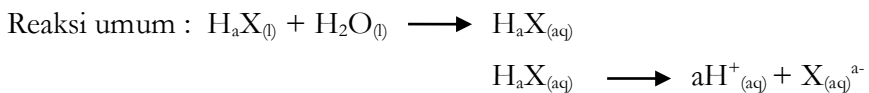


Pernahkah kalian mendengar nama Svante August Arrhenius? Beliau merupakan seorang ilmuwan yang berasal dari Swedia dan dikenal dengan sebagai Asam-Basa Arrhenius (Hidayah et al., 2019)

Gambar 2.
Svante August Arrhenius

Asam

Menurut Arrhenius, Asam merupakan zat yang jika dilarutkan dalam air akan terionisasi menjadi ion Hidrogen (H^+)/ ion Hidronium (H_3O^+).



Tabel 1 Contoh Senyawa Asam

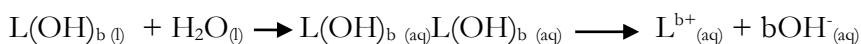
| Nama dan Rumus Kimia | Reaksi Ion | Valensi | Jenis asam |
|---|---|---------|------------|
| Asam Nitrat (HNO ₃) | $\text{HNO}_{3(\text{aq})} \rightarrow \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$ | 1 | Monoprotik |
| Asam Iodida (HI) | $\text{HI}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$ | 1 | Monoprotik |
| Asam Sulfit (H ₂ SO ₃) | $\text{H}_2\text{SO}_{3(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{SO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ | 2 | Diprotik |
| Asam Pospat (H ₃ PO ₄) | $\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{aq})} \rightarrow 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{PO}_4^{3-}_{(\text{aq})}$ | 3 | Triprotik |

Ion H⁺ yang dihasilkan bereaksi dengan air menghasilkan ion hidronium (H₃O⁺) dan dianggap Ion H⁺ sama dengan ion H₃O⁺. Dalam satu molekul asam akan menghasilkan beberapa ion H⁺ yang disebut valensi asam. Jika 1 molekul asam menghasilkan satu ion H⁺ maka disebut asam bervalensi satu atau asam monoprotik, dan seterusnya.

Basa

Menurut Arrhenius, basa merupakan zat yang jika dilarutkan dalam air akan terionisasi menghasilkan ion hidroksida (OH⁻).

Reaksi Umum :



Pada umumnya, larutan basa diawali dengan unsur logam yang dilambangkan dengan L kecuali NH₃ yang merupakan senyawa kovalen polar sehingga bersifat basa. Jumlah ion OH⁻ yang terikat pada logam dari larutan basa tergantung dari jumlah muatan positif dari ion logam. Contoh, jika muatan logam Mg²⁺ maka untuk membentuk larutan basa membutuhkan sebanyak 2 ion OH⁻ yaitu Mg(OH)₂. Senyawa NH₃ merupakan

Tabel 2. Contoh Senyawa Basa

| Nama dan Rumus Kimia | Reaksi Ion | Valensi | Jenis Basa |
|---|--|---------|--------------|
| Natrium Hidroksida (NaOH) | $\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ | 1 | monohidroksi |
| Ammonium Hidroksida (NH ₄ OH) | $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ | 1 | monohidroksi |
| Kalsium Hidroksida (Ca(OH) ₂) | $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ | 2 | dihidroksi |
| Kalsium Hidroksida (Ca(OH) ₂) | $\text{Al}(\text{OH})_{3(aq)} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$ | 3 | Trihidroksi |

2. Bronsted-Lowry

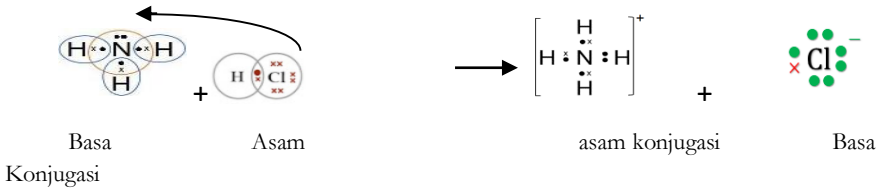


Gambar 3. Thomas Martin Lowry dan Johannes Nicolaus Brønsted (wikipedia.com)

Apakah kalian mengenal Bronsted-Lowry? Atau pernahkah kalian memahami konsep teori dari Bronsted-Lowry? Di tahun 1923, Johannes Bronsted dan Thomas Lowry mendefinisikan tentang asam-basa. Menurut teori Bronsted-Lowry, pelarut yang digunakan pada asam-basa tidak hanya terbatas pada pelarut air saja tetapi yang mengandung proton (H^+). Artinya, tidak selamanya asam-basa harus dalam bentuk larutan.

Menurut Bronsted-Lowry, asam merupakan senyawa yang jika bereaksi akan memberikan atau menyumbangkan proton (H^+) kepada zat lain sehingga jumlah protonnya berkurang. Sedangkan basa adalah senyawa yang menerima proton sehingga jumlah ion H^+ dari senyawa tersebut bertambah. Pada saat senyawa melepaskan dan menerima proton maka akan berubah menjadi asam-basa konjugasi dari senyawa tersebut.

Contoh.



Pada teori asam-basa bronsted lowry, suatu senyawa dapat sekaligus bersifat asam dan basa tergantung dari pelarut yang digunakan. Dari reaksi di atas, $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dan HCl/Cl^- merupakan pasangan asam-basa konyugat dimana NH_3 sebagai basa dan NH_4^+ sebagai asam konjugasi sebaliknya HCl sebagai asam dan Cl^- sebagai basa konjugasi

3. Lewis



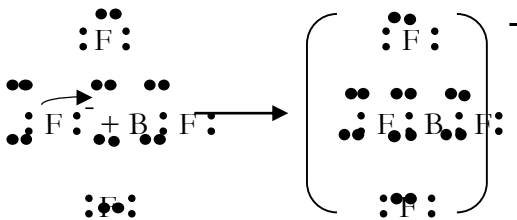
Gambar 4. Gilbert N. Lewis (wikipedia.com)

Kita sudah mengetahui konsep asam-basa menurut Bronsted-Lowry yang lebih umum daripada konsep asam-basa menurut Arrhenius, mengapa demikian? Karena asam-basa Bronsted-Lowry dapat berlaku bukan hanya dalam pelarut air. Tetapi, berbeda dengan konsep asam-basa menurut Lewis (Gazali & Yusmaita, 2018).

Lewis adalah ahli kimia dari Amerika yang mendefinisikan bahwa:

- a) Asam merupakan suatu zat yang menerima sepasang elektron bebas dari zat lain sehingga struktur senyawanya mejadi stabil.

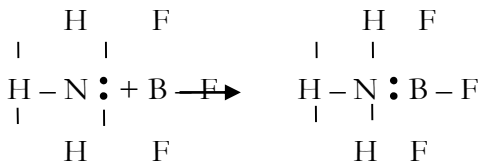
Contoh :



BF_3 bertindak sebagai asam, karena menerima pasangan elektron bebas dari F^- . Sedangkan F^- bertindak sebagai basa, dapat memberikan pasangan elektron bebas kepada BF_3 .

- b) Basa merupakan zat yang dapat memberikan sepasang elektron bebas kepada zat lain membentuk senyawa yang lebih stabil.

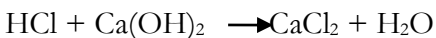
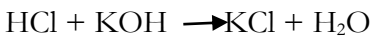
Contoh :



NH_3 menyerahkan pasangan elektron bebasnya kepada molekul BF_3 . Berdasarkan teori Lewis, NH_3 bertindak sebagai asam, sedangkan BF_3 bertindak sebagai basa.

C. Garam

Setelah kita mempelajari asam dan basa, apakah kalian pernah melihat atau mencicipi garam? Apakah kalian tau apa itu garam? Garam diperoleh dari hasil gabungan dari reaksi antara asam dan basa. Garam umumnya larut di dalam air, berbentuk padat dan memiliki titik didih yang tinggi. Contoh :



Di dalam tubuh, garam berfungsi untuk mempertahankan cairan dalam tubuh sehingga kita tidak mengalami dehidrasi. Dalam kehidupan sehari-hari, kita mengenal dengan garam dapur (NaCl) yang berguna untuk menambah rasa dalam makanan. Selain itu juga dikenal garam laut, garam Inggris dan garam Himalaya. Dengan demikian, garam sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari khususnya kesehatan manusia.



D. Identifikasi Asam, Basa dan Garam

Senyawa-senyawa asam-basa dapat diidentifikasi secara aman dengan menggunakan indikator. Indikator yang biasanya di gunakan adalah kertas lakmus, indikator alami, indikator buatan, dan indikator dalam bentuk alat.

Untuk mengidentifikasi larutan asam, basa dan garam dapat menggunakan indikator melalui organoleptik. Namun ini hanya dapat dilakukan untuk senyawa yang berasal dari **tumbuh-tumbuhan**. Misalnya jeruk, anggur, apel, dan sebagainya. Untuk bahan kimia tidak dapat dilakukan dengan pencicipan maupun penciuman dengan alat indra manusia lainnya secara langsung karena dapat membahayakan jiwa.

Ketika makan buah jeruk, pastinya kita merasakan rasa asam dari buah jeruk tersebut karena jeruk bersifat asam. Pernahkan kalian memperhatikan tangan tukang batu yang sering mencampurkan semen dan kapur? Kulit tangan maupun kaki mereka sering mengalami pecah-pecah karena sering terkena kapur. Mengapa demikian? Karena kapur bersifat basa.





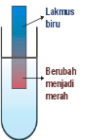

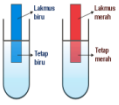
Sifat sebuah larutan dapat ditentukan dengan menggunakan indicator asam basa dengan zat warna yang menghasilkan warna berbeda. Menentukan senyawa yang bersifat asam, basa, dan netral dapat menggunakan kertas lakmus, larutan indicator dan larutan alami. Lakmus yang digunakan untuk indikator asam basa memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

- 1.) Berubah warna dengan cepat saat bereaksi dengan asam maupun basa

- 2.) Sukar bereaksi dengan oksigen di udara, sehingga tahan lama
- 3.) Praktis untuk digunakan karena biaya relative lebih murah

Selain indikator buatan juga terdapat indikator alami seperti ekstrak bunga sepatu, kunyit, kol ungu, dan lain-lain. Selain bersifat asam dan basa, garam juga bersifat netral. Ada beberapa macam sifat asam dan basa, sifat-sifat tersebut antara lain:

















Tabel 3 sifat-sifat asam-basa

| Sifat-sifat asam | Sifat-sifat basa | Sifat Netral |
|---|---|--|
|  <p>Memiliki rasa masam</p> |  <p>Memiliki rasa pahit</p> | Memiliki sifat asin |
| Sebagian bereaksi dengan logam menghasilkan H_2 | Menetralkan sifat asam | |
| Dapat mengubah warna zat yang dimiliki oleh zat lain | Dapat mengubah warna zat lain | Tidak dapat mengubah warna |
|  <p>bersifat korosif (Karat)</p> |  <p>Merusak kulit (Kauistik)</p> | Terasa Gatal |
| Menghasilkan ion H^+ dalam air | Menghasilkan ion OH^- dalam air | Menghasilkan Ion + dan Ion Negatif |
|  <p>Memerahkan kertas lakmus</p> |  <p>Membirukan kertas lakmus</p> |  <p>Tidak merubah kertas lakmus</p> |
| $pH < 7$ | $pH > 7$ | $pH = 7$ |

Selain kertas lakmus merah dan biru, larutan indikator asam dan basa bisa mengalami perubahan warna sesuai dengan ketentuan

keasaman (pH) larutan. Selain dari indikator pabrik, terdapat indikator alami dari bahan alam yang bisa dijadikan untuk memberikan warna yang berbeda kepada asam dan basa. Larutan bersifat asam apabila pH kurang dari 7, dan bersifat basa jika nilai lebih dari 7. Dari bahan alam tersebut diambil sarinya setelah dihaluskan menggunakan pelarut tertentu seperti air panas.

Tabel 4 beberapa contoh indikator alami

| Tanaman | Warna Asli | Warna Dalam Asam | Warna Dalam Basa | Warna Dalam Garam |
|--------------|---|---|---|---|
| Kunyit |  |  |  |  |
| Bunga Sepatu |  |  |  |  |
| Bunga Mawar |  |  |  |  |
| Kol Ungu |  |  |  |  |

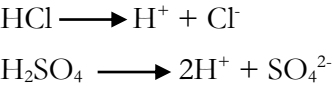
E. Kekuatan Asam-Basa

Asam dan basa di dalam air mengalami peruraian menjadi ion yang dinamakan reaksi kesetimbangan. Kekuatan asam dan basa dapat ditentukan dengan derajat ionisasinya, baik sedikit maupun banyaknya ion H⁺ dan OH⁻ yang dilepaskan. (Gupta, 2021).

Asam dibagi dua yaitu asam kuat dan asam lemah.

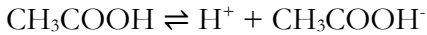
1. Asam kuat adalah asam yang jika dilarutkan dalam air akan sepenuhnya terionisasi sempurna.

Contoh :



2. Asam lemah adalah senyawa asam yang tidak sepenuhnya terionisasi jika dilarutkan di dalam air atau terionisasi sebagian.

Contoh :



Basa terbagi dua yaitu basa kuat dan basa lemah.

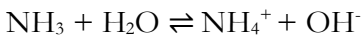
1. Basa kuat adalah senyawa yang jika dilarutkan di dalam air terurai secara keseluruhan menghasilkan ion hidroksida(OH⁻)

Contoh :



2. Basa lemah adalah senyawa yang jika dilarutkan ke dalam air hanya sedikit terurai/ sebagian menghasilkan ion hidroksida(OH⁻)

Contoh :



F. pH Larutan

pH larutan menentukan tingkat kekuatan asam basa. Semakin tinggi pH larutan maka kekuatan asam semakin berkurang. pH larutan dapat ditentukan menggunakan pH meter dan indikator universal (Hidayah et al., 2019)

Skala dari pH terdiri dari angka 1 hingga 14. Pengukuran skala pH, terdapat tiga jenis parameter diantaranya pH asam, netral dan basa.

Suatu larutan dikatakan asam jika jumlah ion H⁺ lebih banyak dari pada ion OH⁻ dan memiliki pH <7. Untuk larutan bersifat netral jika jumlah ion H⁺ dan OH⁻ sama di dalam larutan dan memiliki pH 7. Sedangkan larutan basa jika jumlah ion OH⁻ lebih banyak dari pada ion H⁺, basa memiliki pH >7. (Ganda et al., 2019)

Untuk menentukan pH larutan asam-basa dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

a) pH larutan asam

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

b) pH larutan basa

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\begin{aligned}\text{pH} &= \text{pK}_w - \text{pOH} \\ &= 14 - \text{pOH}\end{aligned}$$

1. Asam Kuat

Larutan dikatakan asam kuat jika mempunyai derajat ionisasi (α) = 1. Konsentrasi $[\text{H}^+]$ dapat dicari menggunakan rumus:

$$[\text{H}^+] = x \cdot M_a$$

Keterangan :

x = banyaknya ion H^+ yang diikat (valensi asam)

M_a = molaritas asam

Contoh :

Asam kuat HA sebanyak 0,01 mol dilarutkan dalam air hingga volume larutan menjadi 500 ml. Berapakah $[\text{H}^+]$ larutan tersebut?

Pembahasan:

Diketahui :

Volume 500 ml \rightarrow 0,5 L

mol larutan = 0,01

Valensi asam HA = 1

Konsentrasi $M_a = \text{mol}/\text{volume} = 0,01/0,5 = 0,02 \text{ M}$

Ditanya : Berapakah $[\text{H}^+]$ larutan tersebut ?

Jawab : $[\text{H}^+] = x \cdot M_a$

$$= 1 \cdot 0,02$$

$$= 0,02 \text{ M}$$

2. Basa Kuat

Larutan dikatakan basa kuat jika mempunyai derajat ionisasi (α)=1. Konsentrasi OH^- dapat dicari menggunakan rumus:

$$[\text{OH}^-] = x \cdot M_b$$

Keterangan :

x = banyaknya ion OH^- yang diikat (valensi basa)

M_b = konsentrasi basa

Contoh :

Sebanyak 8 gram NaOH ($M_r = 40$) dilarutkan dalam air hingga volume larutan menjadi 1 liter. Tentukan konsentrasi ion OH^- dalam larutan tersebut!

Pembahasan :

Diketahui :

Massa NaOH = 8 gram

Volume larutan = 1 Liter

M_r NaOH = 40

Valensi ion OH = 1

Karena pada soal diatas tidak diketahui konsentrasi NaOH, maka harus cari terlebih dahulu melalui rumus mol

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{M_r} = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ mol}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} = \frac{0,2}{1}$$

maka nilai konsentrasinya = $M = 1 \text{ mol/L}$

Ditanya : Tentukan konsentrasi ion OH^- dalam larutan tersebut!

jawab : $[\text{OH}^-] = M_b \cdot x$

$$[\text{OH}^-] = 0,2 \cdot 1$$

$$[\text{OH}^-] = 0,2$$

Catatan. Jika konsentrasi asam-basa kuat diketahui, maka volume diabaikan.

3. Asam Lemah

Asam lemah terjadi karena terionisasi tidak sempurna dengan derajat ionisasi $0 < \alpha < 1$. Pada asam lemah terjadi kesetimbangan dan memiliki harga konstanta kesetimbangan asam (K_a). Setiap K_a memiliki harga yang berbeda-beda tergantung dengan jenis asamnya. Secara umum reaksi ionisasi asam lemah dituliskan sebagai berikut:



Tetapan kesetimbangannya adalah :

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Semakin kuat keasaman suatu larutan, maka harga K_a akan semakin besar. Hubungan antara konsentrasi H^+ dengan konsentrasi asam (M_a) dan K_a dituliskan sebagai berikut :

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M_a} \quad \text{atau} \quad \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M_a}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{M_a}} \quad \text{atau} \quad \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M_a}$$

Keterangan :

K_a = tetapan kesetimbangan

M_a = Konsentrasi asam

α = derajat disosiasi

Contoh :

Hitunglah pH larutan berikut HF 0,1 M ($K_a = 8,1 \cdot 10^{-4}$)!

Jawab :

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M_a}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{81 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}}$$

$$= \sqrt{81 \cdot 10^{-6}}$$

$$\text{pH} = 9 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 3 - \log 9$$

4. Basa Lemah

Pada senyawa basa, kekuatannya tergantung pada kelarutannya di dalam air. Jika semakin mudah larut maka kekuatan basa akan semakin besar. Reaksi ionisasi basa lemah juga termasuk ke dalam reaksi kesetimbangan. Secara umum reaksi ionisasi basa lemah dituliskan sebagai berikut :



Tetapan kesetimbangannya adalah:

$$K_b = \frac{[\text{L}^+][\text{OH}^-]}{[\text{LOH}]}$$

Konsentrasi ion OH^- dapat ditentukan dengan rumus :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M_b} \quad \text{atau} \quad \text{OH}^- = a \cdot M$$

$$\text{Atau} \quad \alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{M_b}$$

Keterangan :

K_b = tetapan kesetimbangan basa

M_b = konsentrasi basa

a = derajat disosiasi

Contoh :

Hitunglah pH larutan berikut NH_3 0,1M ($K_b = 10^{-5}$)!

Jawab :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M_b}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}}$$

$$= \sqrt{10^{-6}}$$

$$= 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = 3 - \log 1$$

$$\text{pOH} = 3$$

$$\text{pH} = 14 - 3 = 11$$

Daftar Pustaka

- Ganda, B., Lombok, J. Z., & Kumajas, J. (2019). Identifikasi struktur kognitif siswa dengan menggunakan peta konsep pada larutan asam-basa. *Oxygenius Journal Of Chemistry Education*, 1(1), 20–24. <https://doi.org/10.37033/OJCE.V1I1.72>
- Gazali, F., & Yusmaita, E. (2018). Analisis Prior Knowledge Konsep Asam Basa Siswa Kelas XI SMA untuk Merancang Modul Kimia Berbasis REACT. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(2), 202–208. <https://doi.org/10.24036/JEP/VOL2-ISS2/249>
- Gupta, I. A. F. K. (2021). *Pengembangan Konten Dan Strategi Presentasi Power Point Berbantuan Lembar Kerja Peserta Didik Untuk Topik Larutan Asam Basa Melalui Daring*.
- Hidayah, N., Husain, H., & Herawaty, N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MIA2 SMA Negeri 1 Masamba melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pokok Asam Basa. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 19(2). <https://doi.org/10.35580/chemica.v19i2.12774>

BAB IX

MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA

Abditama Srifitriani

A. Pendahuluan

Lingkungan terdiri dari makhluk hidup dan komponen tak hidup (benda-benda mati). Makhluk hidup dapat dibedakan dari makhluk tak hidup berdasarkan karakteristik makhluk hidup, yaitu organisme tersusun atas sel, organisme tumbuh dan berkembang, organisme mengatur proses-proses metabolismenya, organisme merespon rangsang (stimulus), organisme bereproduksi, dan organisme berevolusi melalui adaptasi terhadap lingkungannya. Setiap makhluk hidup pada suatu lingkungan akan berinteraksi langsung dengan lingkungannya tersebut. Makhluk hidup dan lingkungan fisik selalu saling berhubungan dan tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya dan secara terus menerus saling berpengaruh terhadap satu sama lainnya. Hubungan yang terus menerus antara makhluk hidup dan lingkungannya akan membentuk suatu kesatuan organisasi kehidupan yang disebut ekosistem.

Berbagai pendekatan digunakan untuk mempelajari makhluk hidup. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam mempelajari tentang makhluk hidup adalah ekologi. Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik maupun interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekologi berhubungan erat dengan tingkatan-tingkatan organisasi makhluk hidup, yaitu individu, populasi, komunitas, dan ekosistem yang saling mempengaruhi dan merupakan suatu sistem yang menunjukkan kesatuan. Ernst Haeckel (1834-1914) adalah orang pertama yang mendefinisikan ekologi. Makhluk hidup

dalam ekologi dipelajari sebagai unit atau sistem bersama dengan lingkungannya. Komponen-komponen tersebut pada suatu habitat saling terkait dan membentuk suatu ekosistem. Komponen ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivora, karnivora, dan omnivora), dan pengurai (mikroorganisme). Ekosistem selalu memiliki dinamika kehidupan yang berbeda-beda, seperti rantai makanan, jaring-jaring makanan, pembentukan biomassa, piramida makanan, siklus material, dan aliran energi. Perkembangan keberadaan produsen, konsumen, dan pengurai pada akhir rantai makanan dapat digunakan untuk membahas aliran energi dalam ekosistem. Setiap kelompok organisme dalam rantai makanan yang jauh dari sumber energi menempati tahap nutrisi tertentu.

B. Tingkatan Klasifikasi Makhluk Hidup

Makhluk hidup dapat disebut sejenis atau satu spesies apabila makhluk hidup tersebut dikawinkan sesamanya dan menghasilkan keturunan yang fertil atau dapat menghasilkan keturunan kembali (Kimball, 2002). Terdapat perbedaan-perbedaan pada satu spesies, begitu juga dengan kelompok makhluk hidup yang berbeda spesies. Perbedaan di antara berbagai jenis makhluk hidup menimbulkan keanekaragaman hayati atau keanekaragaman makhluk hidup yang tampak dari adanya perbedaan bentuk, ukuran, struktur, warna, dan fungsi organ tubuh. Beberapa ahli biologi berupaya menciptakan suatu sistem untuk mempermudah mengenal dan mempelajari makhluk hidup melalui pengelompokan berdasarkan ciri tertentu. Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri tersebut disebut sistem klasifikasi.

Makhluk hidup dikelompokkan secara sistematis dan bertahap pada sistem klasifikasi (Rumanta dkk, 2016). Makin banyak persamaan yang dimiliki oleh sejumlah makhluk hidup, hubungan kekerabatan antar makhluk hidup tersebut makin dekat, dan makin banyak perbedaan/sedikit persamaan makin jauh hubungan kekerabatan makhluk hidup tersebut. Sistem klasifikasi makhluk hidup pertama kali

dipelopori oleh Carolus Linnaeus pada abad 18. Prinsip klasifikasi yang digunakan adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri dan pemberian nama dengan sistem tata nama ganda atau sistem nomenklatur binomial. Tingkatan (takson) yang digunakan Linnaeus adalah sebagai berikut :

- a. Kingdom (kerajaan dunia)
- b. Phylum/Divisio (filum/ *division*/keluarga besar)
- c. *Class* (kelas)
- d. Ordo (bangsa)
- e. *Familia* (suku)
- f. Genus (marga)
- g. Spesies (jenis)



Gambar 1. Tingkatan Klasifikasi Makhluk Hidup (Hewan dan Tumbuhan)

C. Tingkatan Organisasi Makhluk Hidup

Makhluk hidup terdiri atas berbagai tingkatan organisasi kehidupan, mulai dari yang sederhana sampai ke yang kompleks (Yuliaritiningih, 2009). Tingkatan organisme makhluk hidup meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer yang

akan saling berinteraksi dalam suatu ekosistem dan saling mempengaruhi membentuk suatu sistem yang menunjukkan kesatuan.

Individu

Menurut Dwidjoseputro (1994), individu adalah makhluk hidup dipandang dari segi fisiologi dan tingkah laku. Seekor ayam, seekor burung, seekor kucing, dan sebatang pohon mangga merupakan contoh individu. Jadi, individu adalah bersifat tunggal.

Populasi

Kumpulan kelompok organisme yang sejenis (mempunyai persamaan sifat morfologi dan fisiologi serta dapat melakukan perkawinan secara alamiah dan menghasilkan keturunan yang feril/subur) yang hidup pada daerah dan waktu tertentu membentuk satuan disebut populasi. Jenis-jenis yang sama dalam bahasa latin disebut spesies. Kumpulan dari satu spesies seperti kumpulan spesies sapi akan membentuk populasi sapi. Jadi, yang dimaksud dengan populasi adalah kumpulan individu sejenis atau kumpulan spesies yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu, contohnya populasi pohon rambutan di Kecamatan Singaran Pati pada 2021 adalah 135 batang.

Populasi memiliki karakter khas, yaitu :

- a. Mempunyai kepadatan (densitas)

Yaitu jumlah seluruh individu pada tiap ruang, baik luas atau volume, dapat ditulis dengan rumus :

$$\text{Densitas} = \frac{N}{L} \text{ ind/m}^2 \text{ atau ind/km}^2 \text{ atau ind/m}^3$$

Keterangan :

N : jumlah seluruh individu

L : Luas kolom

Contoh : dalam suatu kebun yang luasnya 3 hektar, terdapat 300 pohon mangga, maka kepadatan populasi pohon mangga di kebun tersebut adalah $300 \text{ ind/ha} = 100 \text{ ind/ha}$

$$\text{Densitas} = \frac{300 \text{ pohon}}{3 \text{ hektar}} = 100 \text{ individu/hektar}$$

b. Dinamika

Ukuran populasi dapat berubah sepanjang waktu. Perubahan ukuran ini disebut dinamika populasi. Terjadinya dinamika populasi dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kelahiran, kematian, migrasi, dan emigrasi.

Contoh : Populasi pohon mangga di kecamatan Singaran Pati, Bengkulu pada tahun 2015 ada 2165 pohon, namun pada tahun 2021 setelah dihitung jumlahnya ada 1752 pohon. Berdasarkan fakta tersebut, selama 6 tahun terjadi pengurangan pohon mangga sebanyak 413 pohon. Jadi, kecepatan perubahan populasi pohon mangga di kecamatan Singaran Pati, Bengkulu adalah :

$$\begin{aligned} \frac{2165-1752}{2021-2015} &= \frac{413 \text{ pohon}}{6 \text{ tahun}} \\ &= 68,83 \text{ pohon/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan fakta tersebut, maka rata-rata pengurangan pohon mangga per tahun di kecamatan Singaran Pati, Bengkulu adalah 68,83 pohon.

c. Pola Persebaran

Pola penyebaran suatu populasi tergantung pada sifat fisikokimia lingkungan maupun keistimewaan biologis organisme itu sendiri. Keragaman tak terbatas dari pola penyebaran yang terjadi dalam alam, dapat dibedakan menjadi 3 kategori berikut :

- 1). Penyebaran teratur atau seragam, individu-individu terdapat pada tempat tertentu dalam komunitas. Penyebaran ini terjadi

bila ada persaingan yang kjeras sehingga timbul kompetisi yang mendorong pembagian ruang hidup yang sama.

- 2). Penyebaran secara acak (*random*), individu-individu menyebar dalam beberapa tempat dan mengelompok dalam tempat lainnya. Penyebaran ini jarang terjadi, dan hal ini dapat terjadi jika lingkungan homogen.
- 3). Penyebaran brkelompok/berumpun (*clumped*), individu-individu selalu ada dalam kelompok-kelompok dansangat jarang terlihat sendiri secara terpisah. Pola ini umumnya dijumpai di alam karena adanya kebutuhan akan faktor lingkungan yang sama.

d. Struktur Umur

Struktur umur merupakan ciri atau sifat penting populasi yang mempengaruhi natalitas dan mortalitas. Populasi yang sedang berkembang cepat biasanya mengandung sebagian besar individu-individu muda, populasi stasioner memiliki umur yang lebih merata, dan populasi yang menurun mengandung sebagian besar individu-individu yang berumur tua.

Komunitas

Komunitas merupakan kumpulan beberapa populasi yang menduduki habitat yang sama dan saling berinteraksi. Semua organisme merupakan bagian dari komunitas dan antara komponennya saling berhubungan melalui keragaman interaksi, contohnya: komunitas sawah yang terdiri dari tanaman padi, katak, cacing, belalang, burung pipit, tikus, elang, dan ular; komunitas kolam yang terdiri dari ganggang hijau, teratai, ikan, berudu, katak, dan ular air.

Ekosistem

Ekosisten terbentuk oleh semua benda baik yang hidup maupun tak hidup yang saling berinteraksi dan mendiami daerah tertentu. Ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya atau ekosistem dapat disebut suatu unit lingkungan hidup yang didalamnya terdapat hubungan fungsional

antara komponen-komponen penyusunnya, baik antara sesama komponen biotik maupun antara komponen biotik dengan lingkungan abiotiknya (Resosoedarmo, 1993).

Bioma/Biosfer

Bioma merupakan organisasi kehidupan yang cukup beragam jenis makhluk hidup di dalamnya, dan biasanya bioma terbentuk pada daerah yang luas di bumi ini dengan dicirikan sejenis tumbuhan dominan di daerah tersebut. Berikut beberapa contoh dari bioma: bioma gurun, bioma padang rumput, bioma tundra, bioma hutan hujan tropis, dan bioma taiga.

D. Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungannya

Makhluk hidup yang satu dengan yang lain memiliki hubungan baik antara sesama spesies maupun antar spesies, dan antara komponen biotik maupun antara komponen abiotik (Cartono, 2005). Hubungan timbal balik dikenal pula dengan istilah interaksi yang terdiri dari interaksi antar individu, antar populasi, antara komunitas dan faktor biotik, dan interaksi antar ekosistem.

Interaksi Antarindividu Membentuk Populasi

Sekumpulan makhluk hidup dari spesies yang sama yang hidup pada suatu waktu dan kawasan tertentu serta saling berinteraksi membentuk populasi. Individu di dalam populasi mempunyai potensi melakukan kawin silang karena berasal dari spesies yang sama dan mampu menghasilkan keturunan yang fertil (mampu bereproduksi). Contoh populasi adalah populasi itik, populasi padi, dan populasi sapi. Suatu populasi dapat dikenali dengan adanya ciri-ciri :

- a). memiliki kesamaan morfologi
- b). memiliki kesamaan fungsi fisiologi
- c). dapat melakukan perkawinan silang
- d). dapat menghasilkan keturunan yang fertil

Populasi memiliki sifat dapat tumbuh dan berkembang, dari populasi berukuran kecil menjadi populasi yang berukuran besar. Ukuran populasi bisa menjadi lebih kecil dari semula karena alasan-alasan tertentu (misalnya diburu, terkena penyakit, dan bencana alam). Semakin besar populasi, semakin banyak kebutuhan makanannya, begitu juga dengan kebutuhan oksigen, air, dan ruangan. Terjadi persaingan antar individu atau kompetisi untuk memenuhi kebutuhan oksigen, air, makanan, ruangan, dan cahaya matahari. Oleh karena itu, ledakan populasi akan menimbulkan persaingan dan akan menimbulkan masalah lingkungan. Populasi dapat bertambah atau berkurang tergantung dari kondisi lingkungannya, contohnya populasi rumput meningkat pada musim hujan dan populasi rumput menurun pada musim kemarau. Banyaknya individu dalam populasi dapat dihitung sehingga dapat diketahui ukuran populasi per satuan luas. Banyaknya individu per satuan luas disebut kepadatan populasi atau kerapatan populasi, misalnya kepadatan populasi pohon kelapa 3 pohon/10.000 m².

Interaksi Antarpopulasi Membentuk Komunitas

Interaksi antara populasi yang satu dengan yang lain dalam suatu areal tertentu membentuk komunitas. Contoh komunitas adalah komunitas hutan hujan tropik yang di dalamnya terdapat berbagai populasi tumbuhan, reptil, burung, mamalia, mikroorganisme, dan cacing moluska. Interaksi antar makhluk hidup biasanya akan membentuk hubungan khusus yang berpengaruh secara nyata terhadap persebaran dan kepadatannya. Beberapa kategori umum tentang interaksi dan hasil akhir yang didapat oleh makhluk hidup yang terlibat dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 1. Kemungkinan Interaksi Beberapa Makhluk Hidup dalam Sebuah Komunitas

| Macam Interaksi | Makhluk Hidup 1 | Makhluk Hidup 2 |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| Kompetisi | Dirugikan | Dirugikan |
| Predasi | Diuntungkan | Dirugikan |
| Parasitisme | Diuntungkan | Dirugikan |
| Komensalisme | Diuntungkan | Tidak Berpengaruh |
| Mutualisme | Diuntungkan | Diuntungkan |

Salah satu ciri dari komunitas adalah adanya keanekaragaman spesies dan pola penyebarannya. Semakin beraneka ragam spesies penyusun suatu komunitas, semakin tinggi organisasinya. Hal ini berarti semakin dewasa komunitas tersebut. Komunitas yang demikian ini biasanya lebih stabil dan mampu memulihkan diri apabila mendapatkan gangguan, asalkan masih dalam batas toleransi. Gangguan tersebut dapat berupa penambahan atau pengurangan materi atau energi. Komunitas yang mampu memulihkan dirinya disebut memiliki daya lenting yang tinggi. Ada beberapa macam interaksi antar sesama makhluk hidup. Interaksitersebut dapat terjadi, baik antar individu dalam populasi ataupun antar individu berbeda populasi atau berbeda jenis (spesies). Bentuk interaksi tersebut dapat berupa saling merugikan, saling menguntungkan, atau hanya salah satu saja yang diuntungkan. Berikut ini adalah beberapa bentuk interaksi antar spesies dalam suatu komunitas:

1. Kompetisi

Kompetisi adalah bentuk interaksi dua makhluk hidup yang mengakibatkan kedua makhluk hidup tersebut mengalami kerugian. Kebutuhan hidup yang sering diperebutkan tersebut, antara lain makanan, tempat berlindung, tempat bersarang, sumber air, dan pasangan untuk kawin. Bentuk kompetisi yang terjadi dapat berupa kompetisi intraspesifik (kompetisi di antara anggota spesies yang sama) dan kompetisi interspesifik

(kompetisi di antara anggota yang berbeda spesies). Persaingan antar individu dalam spesies sangat penting untuk mengatur populasi spesies tersebut.

2. Predasi

Sebuah interaksi antar makhluk hidup terdapat hubungan satu spesies memakan yang lain. Konsumernya disebut predator, sedangkan spesies yang dimakan disebut mangsa. Predator (Latin, *praeda* = mangsa) adalah makhluk hidup yang memperoleh sumber-sumber yang diperlukan dengan memakan makhluk hidup lain. Jika yang dimangsa adalah produsen, maka bentuk interaksi itu disebut herbivori, sedangkan hewan yang memakan produsen disebut herbivora.

3. Simbiosis

Hubungan yang dekat antara dua spesies makhluk hidup berbeda disebut simbiosis (hidup bersama) meliputi bentuk parasitisme, komensalisme, dan mutualisme.

a) Parasitisme

Parasitisme merupakan bentuk interaksi yang dapat menyebabkan satu pihak mendapat keuntungan, sedangkan pihak yang lain menderita kerugian. Suatu parasit dapat memperoleh makanan atau sumber-sumber yang diperlukan dari tubuh makhluk hidup lain, disebut inang atau hospes. Selain menggunakan inang sebagai sumber nutrisi beberapa parasit juga menggunakan inang untuk perlindungan bagi predator yang akan memangsanya, contohnya yaitu kehidupan ikan mutiara pada timun laut.

b) Komensalisme

Komensalisme merupakan bentuk interaksi yang menyebabkan satu pihak mendapatkan keuntungan, sedangkan yang lain tidak terpengaruh (tidak diuntungkan maupun dirugi-

kan). Contoh interaksi komensalisme adalah kehidupan ikan remora dengan hiu.

4. Mutualisme

Mutualisme (Latin, *mutuus* = penukaran) merupakan bentuk interaksi yang menyebabkan kedua spesies sama-sama mendapat keuntungan. Interaksi mutualisme kadang-kadang disebut juga simbiosis obligat, contohnya adalah pada proses penyerbukan bunga (*polinasi*). Beberapa proses penyerbukan bunga dapat berlangsung dengan bantuan beberapa serangga khusus, burung, atau kelelawar.

Interaksi Antara Komunitas dengan Komponen Abiotik Membentuk Ekosistem

Interaksi antara komunitas dengan faktor abiotik membentuk suatu sistem yang disebut lingkungan atau ekosistem. Interaksi tersebut dapat berupa proses memakan dan dimakan sehingga terjadi pemanfaatan energi dan daur ulang materi. Luas ekosistem tidak dapat ditentukan. Ada ekosistem sawah yang cukup luas dan ada pula ekosistem lautan yang sangat luas. Jadi, luas sempitnya ekosistem tidak dapat ditentukan secara pasti. Bahkan, seluruh permukaan bumi beserta segala makhluk hidup didalamnya yang disebut sebagai biosfer, dapat dipandang sebagai ekosistem raksasa.

Interaksi Antar Ekosistem Membentuk Biosfer

Terdapat berbagai macam ekosistem yang saling berinteraksi di permukaan bumi, mulai dari dasar samudera hingga puncak pegunungan yang tinggi serta beberapa ratus meter lapisan udara di atasnya. Lapisan permukaan bumi ini dikenal sebagai biosfer atau ekosfer yang dihuni organisme/makhluk hidup yang saling berinteraksi. Bumi merupakan satu kesatuan sebagai hasil dari interaksi berbagai faktor penyusun yang terdapat di dalamnya. Oleh karena itu, para pakar lingkungan prihatin dengan pencemaran, perusakan, dan perubahan iklim yang terjadi akibat kegiatan manusia.

Jika ekosistem di bumi mengalami kerusakan, maka akibat kerusakan itu akan berangkai karena antar komponen terjadi interaksi sehingga kelestarian manusia akan terancam.

Aliran Energi

Setiap makhluk hidup memerlukan energi untuk kelangsungan hidupnya, misalnya untuk tumbuh, bereproduksi, dan bergerak. Terjadi hubungan saling ketergantungan energi di antara makhluk hidup yang berbeda dalam pemenuhan kebutuhan energi tersebut (Jumhana, 2006). Ada makhluk hidup yang berperan sebagai produsen, konsumen, atau dekomposer.

a) Produsen

Produsen merupakan makhluk hidup yang mampu menangkap energi cahaya matahari untuk kegiatan fotosintesis sehingga dapat menghasilkan materi organik yang berasal dari materi anorganik, contohnya adalah tumbuhan hijau yang melakukan fotosintesis. Melalui produsen, energi yang berasal dari matahari mengalir ke makhluk hidup lainnya. Banyaknya energi cahaya yang dapat diubah menjadi energi kimia oleh produser disebut produktivitas primer. Produktivitas primer diwujudkan dalam istilah energi per satuan luas per satuan waktu ($J/m^2/tahun$) atau sebagai *biomassa* yang ditambahkan ke ekosistem per satuan luas per satuan waktu ($g/m^2/tahun$). Biomassa merupakan berat kering dari sejumlah materi organik yang berada pada satu tingkat trofik kehidupan. Jumlah total produktivitas disebut produktivitas primer kotor (PPK). Sebagian produk materi organik tersebut digunakan sebagai bahan bakar untuk respirasi, sedangkan sebagian lagi disimpan di dalam tubuh tumbuhan. Bagian materi organik yang disimpan disebut produktivitas primer bersih (PPB). PPB merupakan keseimbangan terhadap produktivitas primer kotor dikurangi energi yang digunakan oleh produsen untuk respirasi. Selanjutnya, PPB dimanfaatkan sebagai bahan pangan oleh

konsumen atau makhluk hidup heterotrof (manusia dan hewan). Konsumen dan detritus pada umumnya akan mensintesis kembali materi organik yang diperoleh dan menyimpannya di dalam jaringan tubuh dalam bentuk energi kimia. Produk itulah yang disebut dengan produktivitas sekunder.

b) Konsumen

Konsumen merupakan makhluk hidup yang memperoleh energi dalam bentuk materi organik, misalnya dengan cara memakan makhluk hidup lainnya. Seluruh hewan tergolong konsumen. Berdasarkan tingkatnya, konsumen dapat dibedakan atas konsumen primer, konsumen sekunder, dan konsumen tersier. Konsumen primer atau *herbivore* adalah konsumen yang secara langsung memakan tumbuhan. Konsumen sekunder atau karnivora adalah konsumen yang memakan konsumen primer. Konsumen tersier atau karnivora puncak adalah konsumen yang memakan konsumen sekunder. Beberapa hewan ada yang berperan sebagai karnivora pada suatu waktu dan herbivora pada saat yang lain, disebut omnivora. Mereka dapat ditempatkan ke dalam tingkat trofik berbeda bergantung pada materi yang dimakan pada saat itu. Produsen dan berbagai karnivora di dalam ekosistem dalam pemenuhan kebutuhan makanan dikenal dengan istilah *tingkat trofik*.

Tabel 2. Tingkatan Trofik dalam Ekosistem

| Tingkat Trofik | Tingkatan Makhluk Hidup | Sumber Energi (Makanan) |
|----------------|-------------------------------|--|
| Pertama | Produsen | Membuat makanan sendiri dari bahan anorganik dengan menggunakan energi cahaya matahari |
| Kedua | Konsumen Primer (herbivora) | Memakan tumbuhan produsen lainnya |
| Ketiga | Konsumen Sekunder (karnivora) | Memakan herbivora |

| | | |
|---------|--|---|
| Keempat | Konsumen Tersier (Karnivora Puncak) | Memakan predator |
| - | Pengurai | Menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang telah mati (bangkai) |

c) Dekomposer

Dekomposer (pengurai) merupakan makhluk hidup yang akan menguraikan bangkai yang semula berupa zat organik (berupa protein dan lemak dari bangkai hewan) menjadi zat-zat anorganik (CH_4 , CO_2 , amonia, nitrat, dan lain-lain) yang sering disebut sebagai pupuk alami. Dekomposer berperan menguraikan sisa-sisa organisme/makhluk hidup untuk memperoleh makanan atau bahan organik yang diperlukan menjadi bahan organik yang dapat dimanfaatkan kembali oleh produsen, contohnya adalah jamur dan bakteri.

Hubungan Saling Ketergantungan Antar Komponen Ekosistem

a. Rantai Makanan

Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme/makhluk hidup yang makan dan yang dimakan. Saling ketergantungan dalam suatu ekosistem dapat dilihat dari contoh ekosistem sederhana berikut : matahari menyediakan energi yang dibutuhkan oleh produsen untuk membuat makanan. Produsen terdiri dari tumbuh-tumbuhan hijau yang membuat makanan melalui fotosintesis. Tumbuh-tumbuhan juga membutuhkan bahan-bahan abiotik, seperti air, fosfor, dan udara untuk proses pertumbuhan. Tumbuh-tumbuhan menyediakan energi bagi konsumen pertama, seperti kelinci, kambing, belalang, dan binatang pemakan tumbuhan

lainnya. Selanjutnya, produsen menyediakan energi untuk konsumen kedua, seperti harimau, ular, burung elang, dan hewan pemakan hewan lain (predator). Jika hewan dan tumbuh-tumbuhan ini mati, jamur dan bakteri akan hancur menjadi nutrien-nutrien sederhana yang akan kembali ke tanah dan akan digunakan lagi oleh tumbuhan. Tingkatan-tingkatan energi yang berkesinambungan berlangsung dalam suatu interaksi yang disebut rantai makanan. Urutan rantai makanan dapat digambarkan sebagai berikut :

Produsen → Konsumen I → Konsumen II →
 Konsumen III → dan seterusnya

Contoh : ulat yang makan tumbuhan disebut konsumen pertama. Burung makan ulat maka burung ini disebut konsumen kedua. Kemudian burung itu dimakan ular pohon, maka ular pohon itu disebut konsumen ketiga. Selanjutnya, jika ular pohon tadi dimakan burung elang, maka burung elang disebut konsumen keempat, dan seterusnya.

Tumbuhan → ulat → burung → ular pohon → burung elang



Gambar 2. Rantai Makanan

E. Adaptasi Makhluk Hidup terhadap Lingkungannya

Lingkungan selalu berubah dari waktu ke waktu. Hal ini akan berpengaruh terhadap makhluk hidup yang ada didalamnya. Makhluk hidup dapat melangsungkan kehidupannya dengan habitat yang telah berubah dari keadaan semula dengan dua pilihan, yaitu dengan cara berpindah tempat atau mencari habitat baru yang lebih cocok atau tetap tinggal di tempat semula dengan berusaha keras untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Bagi makhluk hidup yang mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya dan kelangsungan jenisnya, umumnya akan terus menetap pada tempat tersebut. Hal ini berarti makhluk hidup tersebut mampu beradaptasi terhadap lingkungannya, dan bagi makhluk hidup yang tidak mampu beradaptasi dengan lingkungannya akan mati sehingga dapat menyebabkan kepunahan dari jenisnya.

Adaptasi adalah kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan tempat hidupnya yang memungkinkan tetap hidup dan berkembang biak di lingkungan alamnya (Purwanto, 2017). Adaptasi terlihat dari adanya perubahan bentuk tubuh luar atau dalam makhluk hidup sesuai dengan situasi dan kondisi lingkungan tempat hidupnya. Perubahan bentuk tubuh makhluk hidup bersifat tetap dan khas untuk setiap jenis sehingga dapat diwariskan kepada keturunannya. Selain itu, habitat makhluk hidup sangat beraneka ragam sehingga bentuk adaptasi yang ada menjadi beraneka ragam. Perubahan yang terjadi akibat adaptasi dapat berupa perubahan bentuk struktur tubuh, fungsi fisiologi alat-alat tubuh, dan perubahan tingkah laku. Berdasarkan perubahan-perubahan yang terjadi, adaptasi dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Adaptasi Morfologi

Adaptasi morfologi merupakan penyesuaian makhluk hidup terhadap lingkungannya berkaitan dengan bentuk dan struktur organ tubuh yang tampak dari luar dan mudah diamati, sehingga adaptasi tersebut paling mudah dikenal dan ditemukan.

Contoh adaptasi morfologi adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk paruh yang adaptif pada burung dapat dibedakan menjadi tipe pemakan biji, pemakan daging, pemakan ikan, dan penghisap madu.



Gambar 3. Adaptasi Morfologi pada Bentuk Paruh Burung

- b. Bentuk kaki atau cakar yang adaptif pada burung dapat dibedakan menjadi tipe perenang, pemanjat, petenggler, pejalan, dan pencengkeram.
- c. Bentuk mulut serangga, dapat dibedakan menjadi tipe penggigit, penusuk penghisap, dan penjilat
- d. Tumbuhan darat yang adaptif pada lingkungan kurang air (kering) disebut *xerofit*, contohnya kaktus. Tumbuhan kaktus memiliki batang tebal, daun yang tereduksi menjadi duri untuk mengurangi penguapan, dan akar yang panjang dan tersebar luas
- e. Tumbuhan darat yang adaptif pada lingkungan lembab disebut *higrofit*, contohnya lumut. Tumbuhan lumut memiliki daun yang lebar dan relatif tipis
- f. Tumbuhan yang adaptif pada lingkungan air disebut hidrofit, contohnya teratai. Tumbuhan tersebut memiliki daun lebar dan tipis dengan banyak stomata yang terdapat di permukaan daun bagian atas untuk mempercepat penguapan. Batang

berongga berisi udara untuk dapat terapung di atas air dan akar serabut halus yang relatif panjang.



Gambar 4. Bentuk Adaptasi Morfologi pada Tumbuhan

2. Adaptasi Fisiologi

Adaptasi fisiologi adalah penyesuaian fungsi fisiologi alat-alat atau organ-organ tubuh terhadap lingkungannya. Contoh adaptasi fisiologi :

- a. Orang yang tinggal di dataran tinggi menghasilkan sel darah merah lebih banyak dibandingkan dengan orang yang tinggal di dataran rendah
- b. Tubuh manusia mengeluarkan keringat ketika kepanasan
- c. Penyesuaian fungsi kerja sel-sel retina mata terhadap rangsangan cahaya.
- d. Beberapa jenis jamur seperti jamur *Penicillium* dapat menghasilkan zat antibiotik sehingga jamur jenis ini dapat hidup di tempat yang kotor
- e. Cacing *Teredo Navalis* yang idup di kayu galangan kapal dapat mencerna kayu dengan bantuan enzim *selulase*.
- f. Ketajaman indera penglihatan burung hantu di malam hari

3. Adaptasi Tingkah Laku

Adaptasi tingkah laku adalah cara penyesuaian makhluk hidup terhadap lingkungannya melalui tingkah laku. Adaptasi tingkah laku juga ditunjukkan oleh tumbuhan, contohnya tumbuhan jati

menggugurkan daunnya (meranggas) pada musim kemarau untuk menghindari terjadinya penguapan yang berlebihan, sehingga tubuhnya tidak mengalami kekeringan. Jika musim penghujan tiba, tunas-tunas pada tumbuhan tersebut akan tumbuh kembali. Contoh adaptasi tingkah laku yang lain adalah sebagai berikut :

- a. Setiap 30 menit sekali ikan paus muncul ke permukaan air untuk menghirup oksigen sambil memancarkan air yang merupakan uap air sudah jenuh
- b. Bunglon merubah warna tubuhnya sesuai dengan warna lingkungannya untuk mengaburkan pandangan musuh. Perubahan ini disebut mimikri.
- c. Cicak memutuskan ekor dan meninggalkannya jika ada hewan yang akan memangsanya, sehingga cicak selamat dari ancaman hewan pemangsa. Peristiwa pemutusan sebagian tubuhnya disebut autotomi.
- d. Daun jagung menggulung apabila udara sangat panas

Bentuk adaptasi makhluk hidup sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat hidupnya. Bentuk adaptasi makhluk hidup di lingkungan darat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- a. Keadaan Tanah

Bentuk adaptasi makhluk hidup yang tinggal di tanah lempung akan berbeda dengan makhluk hidup yang tinggal di tanah kapur

- b. Topografi Daratan

Bentuk adaptasi makhluk hidup yang tinggal di dataran tinggi akan berbeda dengan makhluk hidup yang tinggal di dataran rendah

- c. Suhu Lingkungan

Bentuk adaptasi makhluk hidup yang tinggal di gurun akan berbeda dengan makhluk hidup yang tinggal di daerah tropis. Penguapan akan tinggi pada suhu yang tinggi yang

mengakibatkan banyak air yang hilang. Cara menghindari hilangnya air yang berlebihan, beberapa hewan beradaptasi dengan cara yang khas. Beberapa hewan membentuk kulit yang tebal dan berlapis tanduk, berambut, dan berbulu lebar. Hewan yang lainnya ada yang berkubang dalam lumpur. Beberapa hewan lainnya melakukan istirahat panjang pada saat air dan makanan susah didapat pada musim panas. Selain itu, ada hewan yang melakukan istirahat panjang pada musim dingin (*hibernasi*) yang bertujuan untuk menghemat pengeluaran energi dari tubuhnya

d. Intensitas Cahaya

Bentuk adaptasi makhluk hidup yang tinggal di hutan akan berbeda dengan makhluk hidup yang tinggal di padang rumput.

Menurut Rumanta, dkk (2016), proses adaptasi makhluk hidup yang tinggal di lingkungan air dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:

a. Kadar Garam atau Mineral

Jika kadar garam pada air lebih tinggi daripada cairan tubuh, maka ikan beradaptasi dengan banyak minum air dan sedikit mengeluarkan *urine*, sehingga lebih pekat. Jika kadar garam air lebih rendah daripada cairan tubuh, maka ikan beradaptasi dengan sedikit meminum air dan banyak mengeluarkan *urine*

b. Kedalaman air

Kedalaman air berhubungan erat dengan tekanan. Makin dalam air, amkin besar pula tekanannya. Setiap kedalaman air tertentu dihuni oleh berbagai jenis ikan tertentu. Bentuk tubuh ikan yang hidup dekat daerah permukaan adalah pipih dengan otot yang lemah, sedangkan bentuk tubuh ikan yang hidup di daerah yang lebih dalam adalah bulat panjang seperti torpedo dengan otot yang kuat

c. Intensitas Cahaya

Makin dalam air, makin sedikit intensitas cahaya. Daerah dengan kedalaman 200 meter (*fotoik*) adalah daerah yang masih dapat ditembus oleh sinar matahari. Produsen banyak yang dapat hidup pada daerah ini sehingga jenis hewan yang banyak hidup adalah yang bersifat herbivora. Daerah dengan kedalaman di bawah 200 meter (*afotik*) adalah daerah yang tidak tembus cahaya. Tidak dijumpai produsen pada daerah ini. Jenis hewan yang hidup pada daerah ini adalah hewan karnivora dan saprovor (pemakan zat sisa atau sampah). Hewan yang hidup di daerah ini memiliki ciri khas, misalnya mulut yang besar dan sisi tubuhnya atau ujung sungut memancarkan cahaya

d. Kadar Oksigen

Daerah permukaan memiliki intensitas cahaya lebih besar dibandingkan daerah yang lebih dalam. Hal ini menyebabkan jumlah produsen lebih banyak dibanding daerah yang lebih dalam. Ikan yang hidup di daerah yang lebih dalam kadang-kadang muncul ke daerah permukaan untuk mendapatkan lebih banyak oksigen

e. Arus Air

Daerah yang arus air deras banyak dihuni oleh ikan-ikan yang berukuran kecil dan ramping. Hal ini sebagai bentuk adaptasi dengan cara melakukan gerakan-gerakan yang lincah.

Daftar Pustaka

- Cartono. (2005). *Biologi Umum Untuk Perguruan Tinggi*. LPTK Bandung :Penerbit Prisma Press
- Dwidjoseputro. (1994). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka
- Jumhana, N. (2006). *Konsep Dasar Biologi*. Bandung: UPI PRESS
- Kimball, J.W. (2002.) *Biologi* Jilid 3 Edisi kelima. Alih bahasa Soetarmi, S dan Sugiri, N.Jakarta : Erlangga.
- Purwanto, Budi., Arinto Nugroho, 2017. *Eksplorasi Ilmu Pengetahuan Alam 1 untuk kelas VII SMP dan MTS*. Solo: PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Resosoedarmo, S., Kuswata, K., & Apriliani, S. (1993). *Pengantar Ekologi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Rumanta, Maman dkk. (2016). *Pendidikan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Universitas Terbuka
- Yuliaritningsih, S.M , Hendri, E., Sujana , A. (2009). *Konsep Dasar IPA*. Bandung : UPI PRESS

BAB X

SISTEM PERNAFASAN PADA MAKHLUK HIDUP

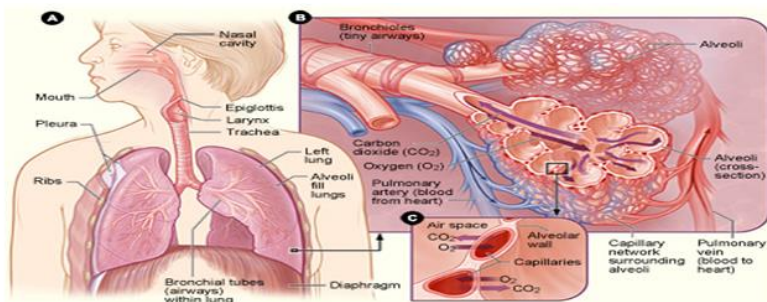
Nisrina Hikmawati

Salah satu ciri makhluk hidup adalah bernafas. Bernafas merupakan proses yang melibatkan oksigen dalam metabolisme tubuh untuk menghasilkan energi. Energi inilah yang dapat digunakan organisme untuk melakukan aktifitas kehidupan, misalnya berjalan, berlari, melihat, makan dan lain-lain. Bahkan dalam tidur pun makhluk hidup tetap membutuhkan energi, karena organ-organ di dalam tubuhnya tetap bekerja walaupun sedang tidur.

Makhluk hidup memiliki sistem pernafasan yang berbeda-beda. Hal ini bergantung pada habitat atau tempat hidupnya. Pada bab ini, kita akan membahas tentang Pernafasan Pada Manusia, Pernafasan Pada Hewan dan Pernafasan Pada Tumbuhan.

A. Sistem Pernafasan Pada Manusia

Organ Pernafasan



Gambar 1. Anatomi Paru-paru Manusia (Junaedi, 2017)

Gambar A merupakan organ-organ penyusun yang berperan dalam sistem pernafasan, yaitu:

Hidung, merupakan tempat keluar masuknya udara. didalam hidung terdapat rambut-rambut halus yang berfungsi menyaring udara, dan selaput lendir yang berfungsi memerangkap kotoran dan debu. selain itu di dalam hidung terdapat syaraf-syaraf olfaktori sebagai indera pembau. dengan kemampuan tersebut, manusia dapat terhindar dari menghirup gas-gas beracun atau berbau busuk yang mungkin mengandung bakteri dan bahan penyakit lainnya.

Epiglotis, merupakan katup yang terdapat di belakang lidah, epiglotis akan menutup batang tenggorokan ketika manusia menelan makanan, sehingga makanan atau cairan tidak masuk ke saluran pernafasan.

Laring, merupakan pangkal tenggorokan. pada laring di bawah epiglotis terdapat pita suara. ketika udara melewati pita suara, pita suara akan bergetar dan menghasilkan suara. untuk mengeluarkan suara itu menjadi kata-kata yang jelas, maka digunakanlah lidah, gigi, bibir dan pipi.

Trakea, merupakan batang tenggorokan yang juga terdapat banyak rambut-rambut halus serta selaput lendir, yang berfungsi menyaring udara sebelum masuk ke paru-paru.

Bronkus, merupakan cabang dari trakea menuju paru-paru kanan dan paru-paru kiri. masing-masing cabang tersebut berakhir pada gelembung paru-paru atau **alveolus**, tempat terjadinya pertukaran udara.

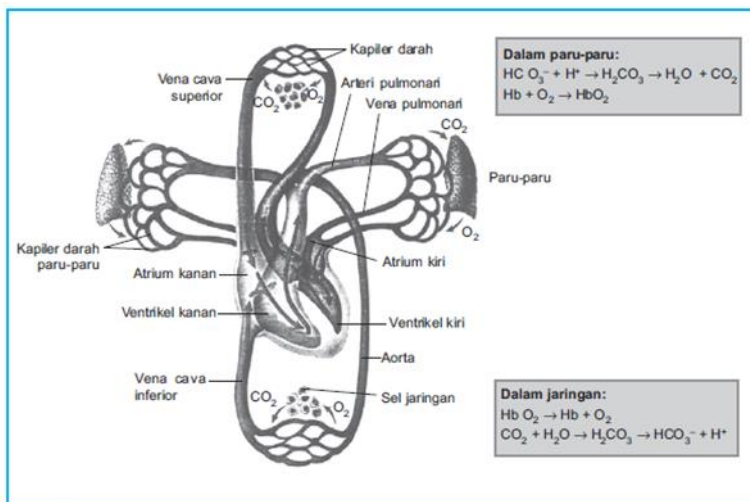
Gambar B merupakan perbesaran dari alveolus di dalam paru-paru. di alveolus terdapat banyak pembuluh-pembuluh darah yang mengangkut karbon dioksida (arteri pulmonalis) dan pembuluh-pembuluh darah yang mengikat oksigen (vena pulmonalis).

Gambar C merupakan penampang dari alveolus.

Paru-paru Paru-paru dibagi menjadi beberapa belahan atau lobus. Paru-paru kanan mempunyai tiga lobus dan paru-paru kiri dua lobus. Setiap lobus tersusun atas lobula. Paru-paru dilapisi oleh selaput atau membran serosa rangkap dua disebut pleura. Di antara kedua lapisan pleura itu terdapat eksudat untuk meminyaki permukaannya sehingga mencegah terjadinya gesekan antara paru-paru dan dinding dada yang bergerak saat bernapas. Dalam keadaan sehat kedua lapisan itu saling erat bersentuhan. Namun dalam keadaan tidak normal, udara atau cairan memisahkan kedua pleura itu dan ruang di antaranya menjadi jelas.

Proses Pernafasan

Manusia bernapas secara tidak langsung, artinya udara pernapasan tidak berdifusi langsung melalui seluruh permukaan kulit. Selaput tipis tempat berlangsungnya difusi gas tersebut terlindung di bagian dalam tubuh, berupa gelembung paru-paru (alveolus). Pernafasan atau pertukaran gas pada manusia berlangsung melalui dua tahap yaitu pernapasan luar (eksternal) di paru-paru dan pernapasan dalam (internal) di dalam sel jaringan tubuh.

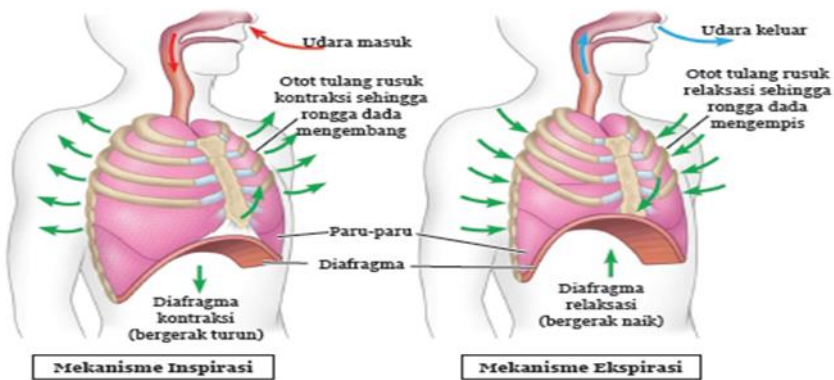


Sumber: *Biology, Mader S.S.*

Gambar 2. Pernafasan Internal dan Eksternal (S. Mader, 1998)

Aliran udara dari udara bebas ke paru-paru dan sebaliknya, ditentukan oleh perubahan tekanan udara dalam rongga paru-paru, rongga dada, dan rongga perut. Perubahan tekanan disebabkan oleh terjadinya perubahan volume setiap ruangan. Perubahan volume setiap ruangan ini diatur oleh otot-otot pernapasan yaitu otot antartulang rusuk, otot diafragma, dan otot dinding perut.

Berdasarkan otot yang berperan aktif pada proses pernapasan, pernapasan pada manusia dapat dibedakan menjadi pernapasan dada dan pernapasan perut.



Gambar 3. Mekanisme inspirasi dan ekspirasi (Reece et al., 2011)

Satu kali pernapasan terdiri atas satu kali inspirasi dan satu kali ekspirasi. Berdasarkan aktivitas otot-otot pernapasan, bernapas dengan membesarkan dan mengecilkan volume rongga dada disebut pernapasan dada. Begitu juga jika kita membesarkan dan mengecilkan volume rongga perut, disebut pernapasan perut.

Gerakan pernapasan diatur oleh pusat pernapasan yang ada di otak dan disebut medula oblongata. Sebaliknya, saraf pernapasan ini juga dipacu oleh kadar karbon dioksida yang ada di dalam darah. Kita dapat menahan napas sementara waktu, tetapi bila kadar karbon dioksida dalam darah naik maka akan timbul rangsangan untuk segera menghirup udara pernapasan dalam-dalam.

Ketika darah melalui alveolus, kandungan karbon dioksidanya sama dengan di alveolus. Darah kemudian mencapai medula oblongata yang mengandung sel-sel yang sangat peka terhadap konsentrasi karbon dioksida dalam darah. Jika kandungan karbon dioksida ini naik di atas normal, medula oblongata menanggapi dengan meningkatkan banyaknya impuls saraf dan laju impuls saraf yang mengontrol aksi otot-otot pernapasan (otot diafragma dan otot interkosta). Akibatnya ialah peningkatan pertukaran udara dalam paru-paru yang mengembalikan konsentrasi karbon dioksida dalam alveolus dengan cepat dan kemudian mengembalikan konsentrasi karbon dioksida darah ke konsentrasi normal.

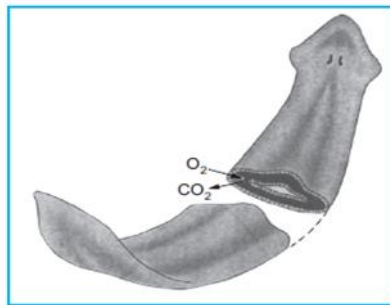
B. Sistem Pernafasan Pada Hewan

Pernafasan Pada Hewan Invertebrata

Hewan-hewan Invertebrata ada yang belum memiliki sistem pernapasan khusus, seperti Porifera dan sebagian cacing (*Vermes*). Umumnya hewan-hewan tersebut melakukan pernapasan langsung, yaitu secara difusi melalui permukaan tubuhnya. Namun, pada hewan-hewan yang lebih tinggi, seperti *Mollusca* dan *Arthropoda* sudah memiliki sistem pernapasan khusus, walaupun masih sederhana. Misalnya *Insecta* dan *Myriapoda* bernapas menggunakan trakea, hewan-hewan *Arachnida*, misalnya laba-laba bernapas menggunakan paru-paru buku. Hewan-hewan yang hidup di air misalnya *Crustacea* (golongan udang-udangan) dan *Mollusca* (siput dan kerang) bernapas menggunakan insang.

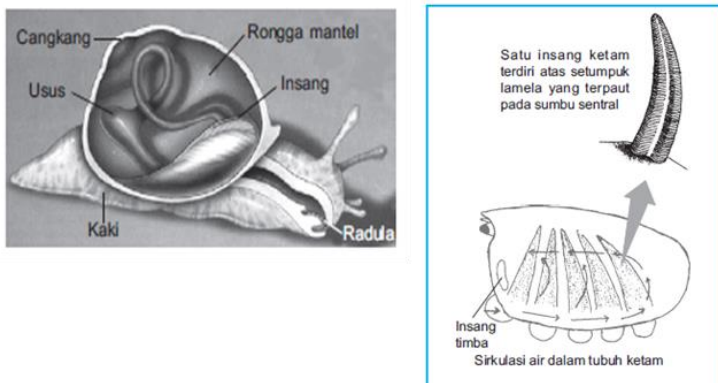
Jadi terdapat 4 sistem pernafasan pada invertebrata, yaitu:

1. Difusi langsung melalui permukaan kulit



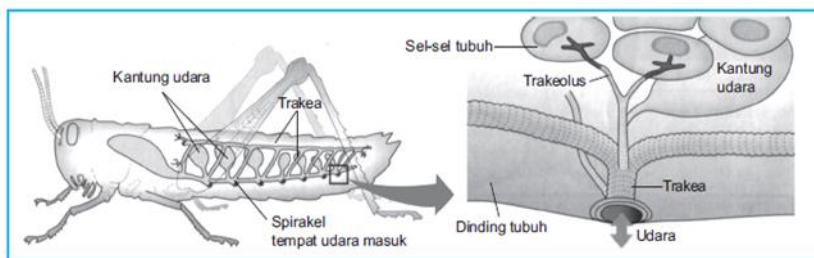
Gambar 4. Pernafasan Planaria (S. S. Mader, 1991)

2. Insang



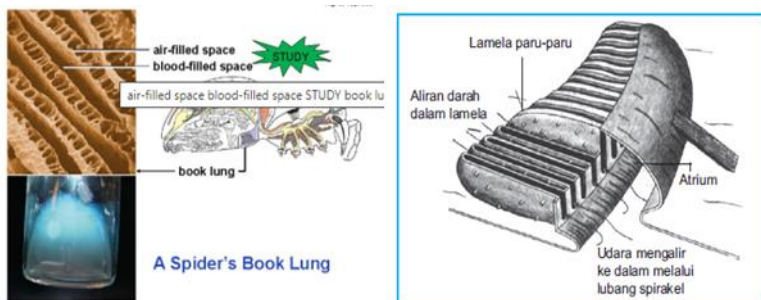
Gambar 5. Pernafasan Siput Air dan ketam (Villee et al., 1988)

3. Trakea



Gambar 6. Pernafasan Belalang (Purnomo et al., 2009)

4. Paru-paru buku



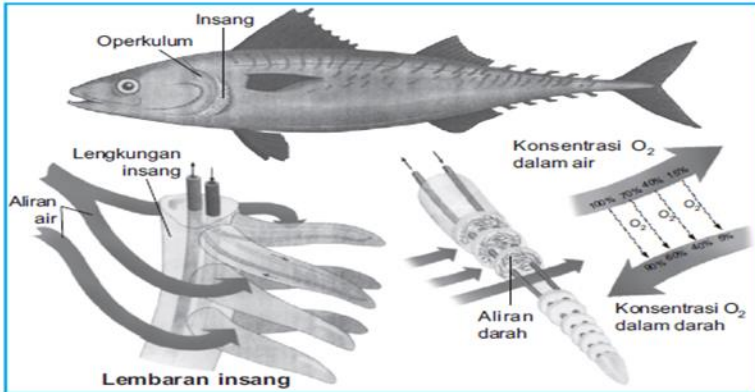
Sumber: (Vilée et al., 1988)

Pernafasan Pada Hewan Vertebrata

Hewan Vertebrata telah memiliki sistem organ yang lengkap dalam proses sirkulasi yang fungsinya antara lain untuk mengangkut gas pernapasan (O_2) dari tempat penangkapan gas menuju sel-sel jaringan. Begitu pula sebaliknya, untuk mengangkut gas buangan (CO_2) dari sel-sel jaringan ke tempat pengeluarannya. Mekanisme pernapasan pada hewan Vertebrata beragam.

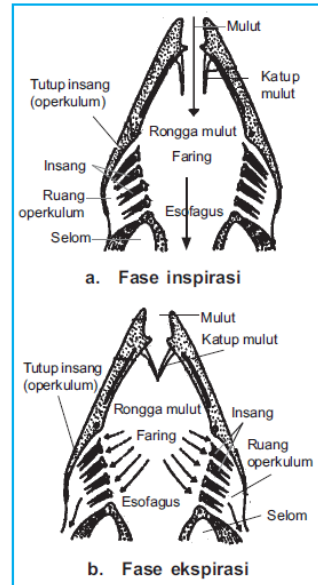
1. Pisces/Ikan

Insang ikan terdiri dari lengkung insang yang tersusun atas tulang rawan berwarna putih, rigi-rigi insang yang berfungsi untuk menyaring air pernapasan yang melalui insang, dan filamen atau lembaran insang. Filamen insang tersusun atas jaringan lunak, berbentuk sisir dan berwarna merah muda karena mempunyai banyak pembuluh kapiler darah dan merupakan cabang dari arteri insang. Di tempat inilah pertukaran gas CO_2 dan O_2 berlangsung.



Gambar 7. Pernafasan Ikan (S. Mader, 1998)

Pada beberapa jenis ikan, seperti ikan lele, gabus, gurami, dan betok memiliki alat bantu pernapasan yang disebut labirin. Labirin merupakan perluasan ke atas dalam rongga insang, dan membentuk lipatan-lipatan sehingga merupakan rongga-rongga tidak teratur. Rongga labirin berfungsi menyimpan udara (O₂), sehingga ikan-ikan tersebut dapat bertahan hidup pada perairan yang kandungan oksigennya rendah. Selain dengan labirin, udara (O₂) juga disimpan di gelembung renang yang terletak di dekat punggung.

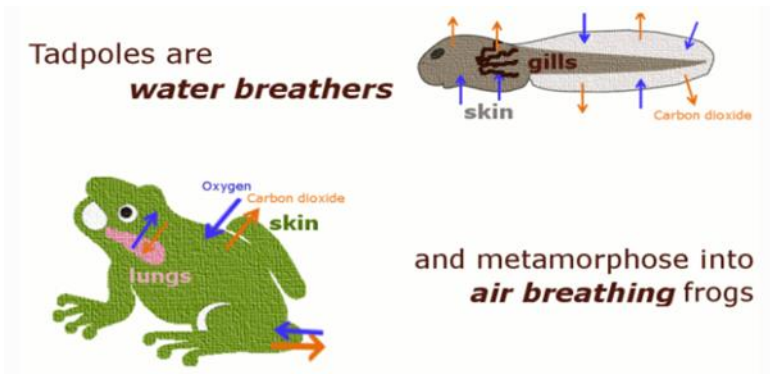


Gambar 8. Fase Inspirasi dan Ekspirasi pada Ikan (Villem et al., 1988)

2. Amphibi/Katak

Katak muda (berudu) menggunakan insang untuk mengambil O₂ yang terlarut dalam air. Setelah berumur lebih kurang 12 hari, insang luar diganti dengan insang dalam. Setelah dewasa, katak bernapas menggunakan selaput rongga mulut, paru-paru, dan kulit.

Selaput rongga mulut dapat berfungsi sebagai alat pernapasan karena tipis dan banyak terdapat kapiler yang bermuara di tempat itu. Pada saat terjadi gerakan rongga mulut dan faring, lubang hidung terbuka dan glotis tertutup, sehingga udara berada di rongga mulut dan berdifusi masuk melalui selaput rongga mulut yang tipis.



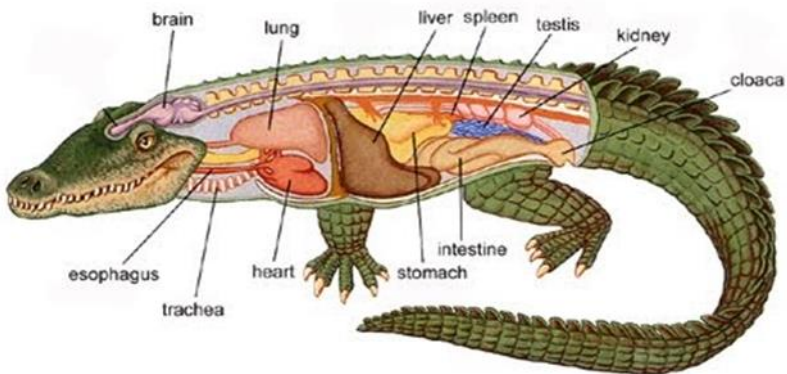
Gambar 9. Pernafasan Katak (*Respiratory System*, 2021)

Pernapasan dengan kulit dilakukan secara difusi. Hal ini karena kulit katak tipis, selalu lembap, dan mengandung banyak kapiler darah. Pernapasan dengan kulit berlangsung secara efektif baik di air maupun di darat. Oksigen (O₂) yang masuk lewat kulit akan diangkut melalui vena kulit paru-paru (vena pulmo kutanea) menuju ke jantung untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Sebaliknya karbon dioksida (CO₂) dari jaringan akan dibawa ke jantung, dari jantung dipompa ke kulit dan paru-paru melalui arteri kulit paru-paru (arteri pulmo kutanea). Dengan demikian, pertukaran oksigen dan karbon dioksida terjadi di kulit.

Katak juga bernapas dengan paru-paru, tetapi belum sebaik paru-paru Mammalia. Paru-paru katak berupa sepasang kantung tipis yang elastis sehingga udara pernapasan dapat berdifusi, dan dindingnya banyak dikelilingi kapiler darah sehingga paru-paru katak berwarna kemerahan. Paru-paru dengan rongga mulut dihubungkan oleh bronkus yang pendek. Seperti pada ikan, pernapasan pada katak meliputi proses inspirasi dan ekspirasi yang berlangsung pada saat mulut dalam keadaan tertutup. Mekanisme pernapasan ini diatur oleh otot-otot pernapasan, yaitu: otot rahang bawah (submandibularis), sternohioideus, geniiohioideus, dan otot perut (Campbell et al., 2008).

3. Reptil/Buaya

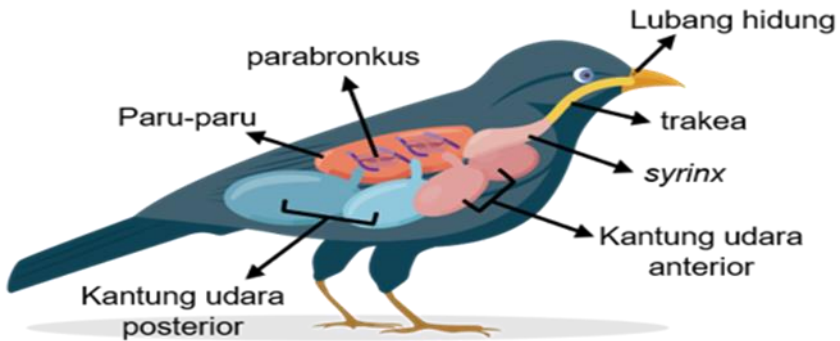
Reptilia bernapas menggunakan paru-paru. Gas O₂ dalam udara masuk melalui lubang hidung → rongga mulut → anak tekak → trakea yang panjang → bronkiolus dalam paru-paru. Dari paru-paru, O₂ diangkut darah menuju seluruh jaringan tubuh. Dari jaringan tubuh, gas CO₂ diangkut darah menuju jantung untuk dikeluarkan melalui paru-paru → bronkiolus → trakea yang panjang → anak tekak → rongga mulut → lubang hidung. Pada Reptilia yang hidup di air, lubang hidung dapat ditutup ketika menyelam.



Gambar 10. Anatomi Buaya (*Reptiles: Characteristic And Examples*, 2020)

4. Aves/Burung

Alat pernapasan burung meliputi lubang hidung, trakea, syrinx, bronkus, paru-paru dan pundi-pundi udara.



Gambar 11. Pernafasan Burung (Roboguru, 2021)

Hidung, sebagai tempat keluar dan masuknya udara.

Mulut, sama halnya seperti hidung, mulut pada burung dapat digunakan untuk keluar dan masuknya udara.

Trakea, yaitu bagian berupa saluran yang menyalurkan udara dari hidung menuju bagian berikutnya.

Syrinx, merupakan area pada trakhea yang membesar dan berfungsi untuk memproduksi suara saat ada udara yang ngelewatannya (berkicau).

Bronkus, yaitu percabangan dari trakea berupa saluran yang berfungsi untuk menyalurkan buat udara ke saluran berikutnya. Bronkus pada burung terdiri atas 2 jenis, yaitu bronkus primer yang terletak tepat setelah trakea, serta bronkus sekunder yaitu percabangan dari bronkus primer.

Paru-paru, di dalamnya terdapat parabronkus. parabronkus analogi seperti alveolus di manusia. Parabronkus berfungsi untuk pertukaran gas.

Kantung udara, yaitu struktur yang berfungsi untuk penyimpanan cadangan udara. Burung memiliki 9 kantung udara, yang dibagi jadi dua bagian besar, yaitu kantung udara anterior dan posterior.

Kantung udara anterior terdiri dari 2 kantung udara leher, 1 diantara tulang selangka namanya kantung udara klavikula, dan 2 di bagian atas dada atau anterior toraks. Sementara itu, kantung udaraposterior terdiri dari 2 kantung udara di bagian belakang dada atau posterior toraks, dan 2 di bagian perut namanya kantung udara perut.

C. Sistem Pernafasan Pada Tumbuhan

Pernafasan/Respirasi pada tumbuhan adalah proses penguraian bahan makanan yang menghasilkan energi. Respirasi terjadi pada seluruh bagian tubuh tumbuhan. Pada tumbuhan tingkat tinggi respirasi terjadi baik pada akar, batang maupun daun, karena respirasi terjadi di tingkat sel.

Tumbuhan hijau bernapas dengan mengambil oksigen dari lingkungan, yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Tidak semua tumbuhan bernapas dengan menggunakan oksigen. Tumbuhan tak berklorofil bernapas tanpa memerlukan oksigen. Tujuan proses pernapasan, yaitu untuk memperoleh energi.

Tumbuhan yang bernapas secara anaerob mendapatkan energi dengan cara menguraikan bahan-bahan tertentu dimana mereka hidup (Indonesia, 2017). Ditinjau dari kebutuhannya akan oksigen, respirasi dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu respirasi aerob dan respirasi anaerob.

1. Fotosintesis

Pada proses fotosintesis dibutuhkan cahaya sebagai sumber energi. Energi tersebut ditangkap oleh zat hijau daun yang disebut klorofil. Gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan oksigen (O_2).

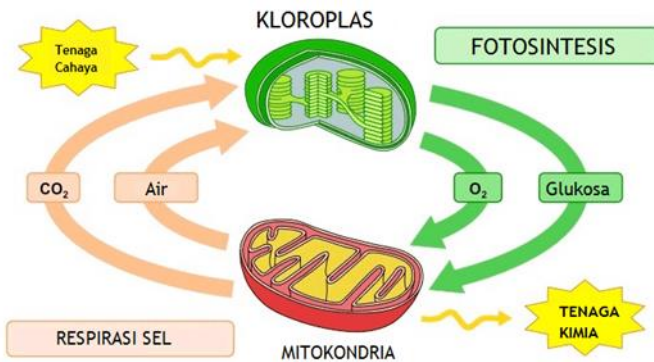
Perhatikan reaksi berikut!



Glukosa selanjutnya akan disusun menjadi zat pati/amilum ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) $_n$ melalui reaksi polimerisasi. Amilum tersebut kemudian disimpan dalam akar (misalnya pada singkong), batang (misalnya pada sagu), dan buah (misalnya pada padi).

Oksigen dilepaskan ke udara dan akan digunakan kembali oleh tumbuhan dalam proses respirasi, untuk mengubah glukosa menjadi energi. Oksigen bebas juga digunakan oleh hewan dan manusia untuk bernafas.

Fotosintesis terjadi hanya di siang hari ketika terdapat cahaya matahari. Sedangkan respirasi berlangsung sepanjang waktu.

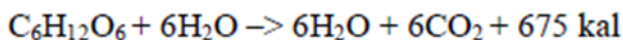


Gambar 12. Respirasi Vs Fotosintesis

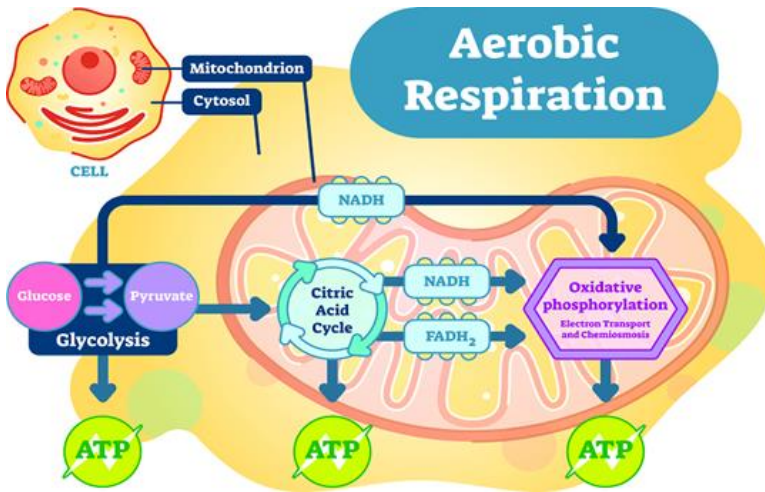
(Proses Respirasi Sel Dan Fotosintesis Saling Melengkapi, 2020)

2. Respirasi Aerob

Respirasi aerob yaitu respirasi yang menggunakan oksigen-oksigen bebas untuk mendapatkan energi. Persamaan reaksi proses respirasi aerob secara sederhana dapat dituliskan :



Dalam kenyataan reaksi yang terjadi tidak sesederhana itu. Banyak tahapan yang terjadi dari awal hingga terbentuknya energi. Terdapat 4 proses yaitu Glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus krebs, dan transpor elektron.



Gambar 13. Respirasi Aerobik (McLaughlin, 2020a)

Glikolisis adalah tahapan perubahan glukosa yang dipecah menjadi dua molekul, yaitu molekul asam piruvat (beratom C3). Peristiwa tersebut terjadi di sitosol. Dalam tahap glikolisis akan menghasilkan 2 molekul ATP sebagai energi dan dua molekul NADH yang digunakan untuk proses transpor elektron. Kemudian asam piruvat akan diproses ditahap dekarboksilasi oksidatif.

Dekarboksilasi oksidatif yaitu proses pengubahan asam piruvat menjadi asetil KoA dengan melepaskan CO₂. Selain asetil KoA, NADH juga dihasilkan dalam proses ini. Bedanya, asetil KoA diproses melalui siklus asam sitrat, sedangkan NADH digunakan dalam transpor elektron.

Siklus kreb atau daur asam sitrat adalah pembongkaran asam piruvat secara aerob menjadi CO₂ dan H₂O serta energi kimia. Siklus krebs ini terjadi di membran mitokondria.

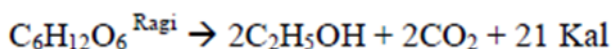
Transfer elektron yaitu suatu rangkaian reaksi yang melibatkan pembawa elektron. Dalam reaksi ini akan menghasilkan H₂O, dalam proses ini dibantu oleh enzim seperti sitokrom, quinon, piridoksin, dan flavoprotein.

3. Respirasi Anaerob

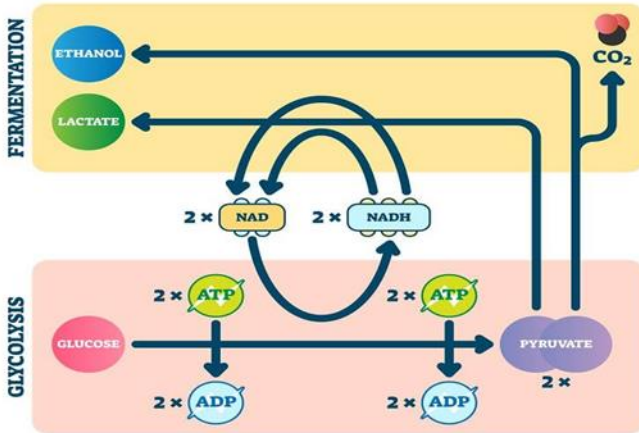
Respirasi anaerobik adalah reaksi pemecahan karbohidrat untuk mendapatkan energi tanpa menggunakan oksigen. Respirasi anaerobik menggunakan senyawa tertentu misalnya asam fosfoenol piruvat atau asetal dehidra, sehingga pengikat hidrogen dan membentuk asam laktat atau alkohol.

Respirasi anaerobik terjadi pada jaringan yang kekurangan oksigen, akar tumbuhan yang terendam air, biji-biji yang kulit tebal yang sulit ditembus oksigen, sel-sel ragi dan bakteri anaerobik. Bahan baku respirasi anaerobik pada peragian adalah glukosa. Selain glukosa, bahan baku seperti fruktosa, galaktosa dan maltosa juga dapat diubah menjadi alkohol.

Hasil akhirnya adalah alkohol, karbon dioksida dan energi. Glukosa tidak terurai lengkap menjadi air dan karbondioksida, energi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan respirasi aerobik. Reaksinya:



Respirasi anaerob disebut juga dengan fermentasi (proses pengubahan senyawa utama menjadi senyawa bentuk lain dengan bantuan enzim), misalnya proses pembentukan alkohol dari glukosa dengan bantuan jamur ragi (*Saccharomyces*) seperti pembuatan tempe.



Gambar 14. Respirasi Anaerobik (McLaughlin, 2020b)

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2008). *Biology* (8th ed.). Pearson Education Inc.
- Indonesia, K. P. dan K. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam Untuk SMP/MTs Kelas VIII Semester 2*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Junaedi, J. (2017). *Bagaimana Anatomi Paru-paru Manusia?* Dictio. <https://www.dictio.id/t/bagaimana-anatomi-paru-paru-manusia/13420/2>
- Mader, S. (1998). *Biology* (6th ed.). The McGraw-Hil Companies.
- Mader, S. S. (1991). *Inquiry Into Live* (6th ed.). William C Brown Pub.
- McLaughlin, K. (2020a). *Aerobic Respiration*. Biology Dictionary. <https://biologydictionary.net/aerobic-respiration/>
- McLaughlin, K. (2020b). *Anaerobic Respiration*. Biology Dictionary. <https://biologydictionary.net/anaerobic-respiration/>
- Proses Respirasi Sel dan Fotosintesis Saling Melengkapi*. (2020). Quizizz.

- <https://quizizz.com/admin/quiz/5fa25ded5ff206001b074b22/proses-respirasi-sel-dan-fotosintesis-saling-melengkapi>
- Purnomo, Sudjino, Trijoko, & Hadisusanto, S. (2009). *Biologi* (untuk SMA). Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2011). *Campbell Biology* (7th ed.). Pearson.
- Reptiles: Characteristic And Examples*. (2020). Vets on WHL. <https://www.vetsonwhl.co.uk/2020/10/reptiles-characteristics-and-examples.html>
- Respiratory System*. (2021). A Study in Biology. <https://goodridgebiojohnsastrillo.wordpress.com/amphibia/respiratory-system/>
- Roboguru. (2021). *Pertanyaan*. Roboguru. https://roboguru.ruangguru.com/question/perhatikan-gambar-dan-tabel-di-bawah-ini-pasangan-yang-tepat-antara-gambar_QU-AWWVFSPI
- Villee, Walker, & Barnes. (1988). *Zoologi Umum* (6th ed.). Erlangga.

BAB XI

EKOSISTEM DAN RANTAI MAKANAN

Mohammad Imam Sufyanto

A. Ekosistem

Ekosistem memegang peranan penting dalam menyusun kehidupan dari setiap fase kehidupan yang bervariasi dan memiliki berbagai unsur dan komponen biotik dan abiotik. Ekosistem merupakan sebuah struktur dan kajian kompleks yang tertata sebagai suatu tatanan kesatuan secara menyeluruh antara segenap komponen lingkungan hidup yang mampu untuk saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang tertata secara kompleks. Keteraturan tersebut ada dalam suatu keseimbangan tertentu dan bersifat dinamis. Artinya bisa terjadi perubahan, baik besar maupun kecil, yang disebabkan oleh faktor alamiah atau akibat juga ulah dari manusia (Nasfi, 2020).

Macam-macam ekosistem berdasarkan terbentuknya ada dua macam yaitu : ekosistem alami yang terbentuk secara alamiah dan tanpa campur tangan dari manusia, sebagai salah satu faktor biotik yang mendesain atau merancang suatu tatanan alamiah dengan mengubah bentuk suatu lingkungan dan secara proses akan membuat tingkat fluktuatif suatu komponen alami. Contoh ekosistem alami adalah pegunungan, hutan hujan tropis, savanna, padang pasir, taiga, pantai, laut dan sebagainya. Sedangkan ekosistem Buatan merupakan ekosistem yang terbentuk akibat dari ulah manusia yang memberikan suatu tambahan atau memindahkan beberapa bagian faktor biotik dan abiotik yang terdapat di alam kedalam suatu lingkungan yang baru atau miniatur sebuah bentukan yang menyatukan antara komponen biotik dan abiotik. Contoh ekosistem buatan adalah kolam, aquarium,

sawah, perkebunan, pertanian, dan sebagainya. Sehingga ekosistem menjadi lebih beragam dan bervariasi, adapun komponen ekosistem juga dipengaruhi oleh daur biogeokimia(Sukasmo, 2014).

B. Daur Biogeokimia

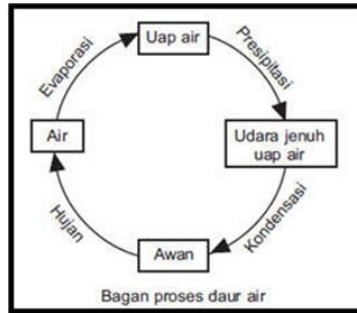
Daur biogeokimia merupakan bagian dari kajian ekosistem yang memberikan kontribusi terhadap jalannya siklus ekosistem dalam segala hal, dan memegang peranan penting dalam siklus rantai makanan serta keseimbangan yang terus terjadi dalam pergantian aliran siklus energi dan aliran materi(Pratama, 2020). Berikut merupakan macam-macam daur biogeokimia yaitu :

1) Macam-macam Daur Biogeokimia

a. Daur Air

Didalam atmosfer terdapat air yang berbentuk uap. Uap air ini berasal dari air laut atau air daratan yang menguap akibat terkena panas dari sinar matahari. Pada umumnya uap air pada atmosfer berasal dari uap air laut, hal ini disebabkan karena luas air laut mencapai $\frac{3}{4}$ (tigaperempat) luas permukaan bumi. Terkondensasinya uap air di atmosfer akan menjadi awan, dimana awan-awan tersebut akan berubah menjadi air hujan, air hujan yang turun ke permukaan bumi akan masuk kedalam tanah sehingga membentuk air tanah dan air permukaan tanah.

Tumbuhan darat biasanya menyerap air yang terdapat dalam tanah, air tersebut selanjutnya akan mengalir menggunakan suatu pembuluh dalam tubuh tumbuhan, selanjutnya melalui transpirasi uap air akan dilepaskan oleh tumbuhan hingga ke atmosfer. Transpirasi yang dilakukan tumbuhan sendiri mencapai 90% penguapan dalam ekosistem darat(Sinar Hadi. S, 2018).



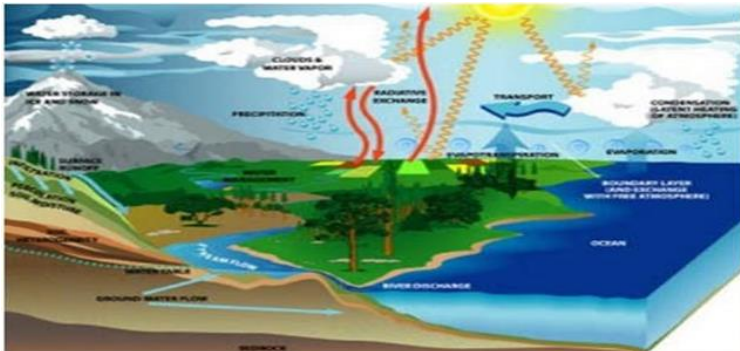
Gambar 2.1 Skema proses terjadinya daur air

Sedangkan hewan mendapatkan air langsung dari permukaan tanah. Pada manusia penggunaan air mencapai seperempat air tanah yang sebagian nantinya dikeluarkan dari tubuh manusia dan hewan berupa urin serta keringat bahkan juga air mata. Adanya air tanah dan air yang ada dipermukaan bumi mengalir ke sungai, selanjutnya nanti akan bermuara pada laut dan juga danau.

Proses daur ulang ini disebut juga dengan siklus panjang, akan tetapi siklus yang diawali dengan terjadinya proses *evapotranspirasi* dan *transpirasi* pada air yang terdapat di permukaan bumi dengan diikuti oleh *presipitasi* atau proses turunya air ke permukaan bumi dinamakan siklus pendek (AL-Mukmin, 2019).

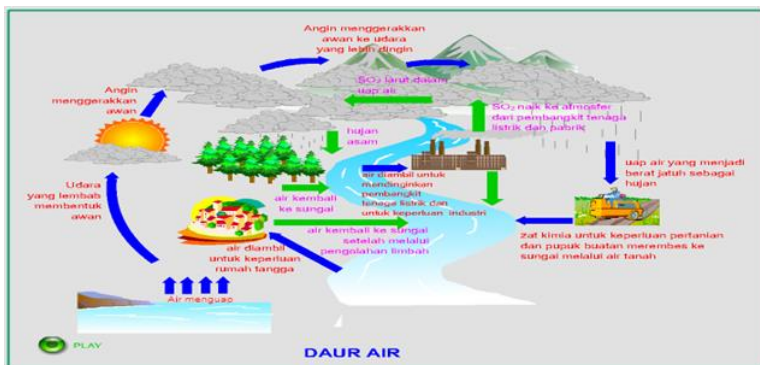
Siklus air diawali dengan peristiwa penguapan oleh tumbuhan (*transpirasi*), daratan (*evaporasi*), dan perairan (*evaporasi*), yang disebabkan oleh pancaran sinar matahari. Hasil penguapan tersebut akan naik ke atmosfer. Apabila suhu udara sama dengan titik embun, maka akan terjadi kondensasi yang menyebabkan terbentuknya awan. Awan yang telah terbentuk akan tertiuip angin menuju ke arah perairan dan daratan. Pengaruh suhu yang rendah dapat mengakibatkan kondensasi uap air menjadi titik-titik air hujan (*presipitasi*). Hujan tersebut akan jatuh ke daratan dan perairan sekitarnya. Air hujan yang jatuh mengenai tumbuhan disebut dengan intersepsi. Air hujan yang jatuh ke daratan, ada yang langsung diteruskan ke sungai (*run off*) dan ada yang diserap

oleh tanah (*infiltrasi*). Air yang masuk ke dalam tanah akan masuk lebih dalam lagi yang disebut dengan perkolasi dan akan menjadi air tanah. Air tanah tersebut ada yang tetap berada di tanah dan ada yang mengalir ke sungai. Hewan dan tumbuhan mengambil air dari sungai dan air tanah (AL-Mukmin), (2019).



Gambar 2.2 Daur Air

(Sumber: <http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>)



Gambar 2.3 Daur Air (Sumber:

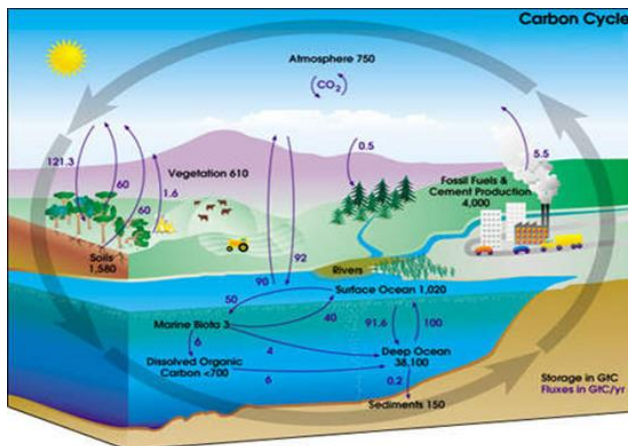
http://www2.jogjabelajar.org/modul/biologi/5_daur_biogeokimia.swf)

b. Daur Karbon dan Oksigen

Daur karbon ini diawali dengan penyerapan CO₂ oleh tumbuhan yang kemudian dijadikan persenyawaan organik,

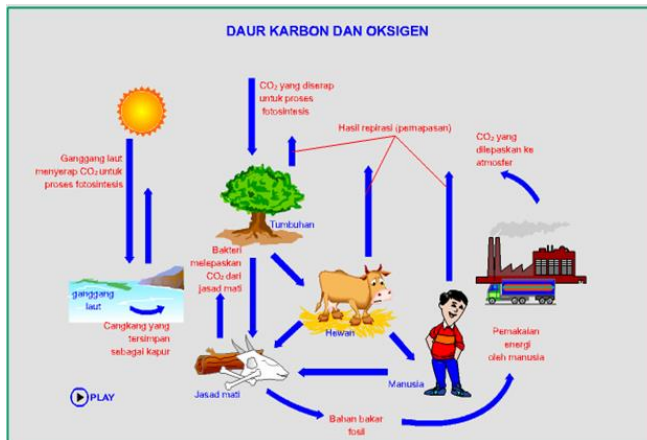
seperti glukosa melalui proses fotosintesis. Proses selanjutnya, glukosa disusun menjadi amilum, kemudian amilum diubah menjadi senyawa yang lain, misalnya lemak dan protein. Proses pernapasan tumbuhan menghasilkan CO_2 dan proses fotosintesis menghasilkan O_2 yang akan dilepaskan ke udara (Sumarni, 2018).

Hewan mendapatkan karbon setelah memakan tumbuhan. Karbon yang terdapat dalam tumbuhan berupa senyawa organik, kemudian senyawa organik tersebut akan diubah lagi untuk dimanfaatkan oleh tubuh hewan. Hewan juga bernafas seperti halnya makhluk hidup lainnya. Proses pernafasan hewan menghasilkan CO_2 dan H_2O . Tubuh hewan dan tumbuhan yang telah mati akan diuraikan menjadi CO_2 , air, dan mineral oleh pengurai (bakteri dan fungi). Mineral hasil penguraian dalam waktu lama akan membentuk bahan bakar fosil dalam tanah, seperti minyak, gas, dan batubara. Bahan bakar fosil tersebut nantinya akan digunakan oleh industri sebagai bahan bakar. Hasil pembakaran dari bahan bakar fosil tersebut akan menghasilkan CO_2 yang nantinya akan dilepaskan ke udara (Masrotul Fauziyah, 2020).



Gambar 2.4 Daur karbon dan oksigen

(Sumber: <http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>)



Gambar 2.5 Daur karbon dan oksigen

(Sumber: http://www2.jogjabelajar.org/modul/biologi/5_daur_biogeokimia.swf)

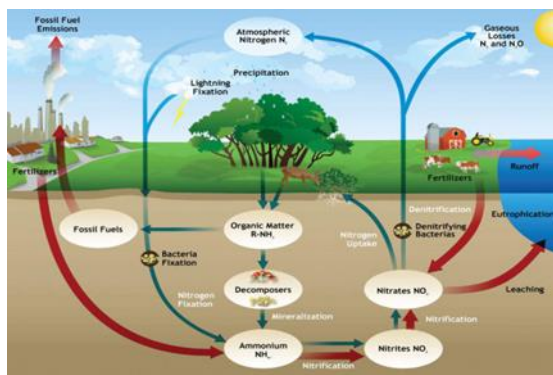
c. Daur Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk pembentukan asam amino, sedangkan asam amino merupakan persenyawaan pembentuk molekul protein. Protein merupakan senyawa yang berguna sebagai penyusun tubuh, misalnya otot dan jaringan. Protein juga sebagai penggiat reaksi metabolisme tubuh, misalnya enzim pencernaan untuk mencerna makanan (Syamsuri, 2004:134). Nitrogen masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui berbagai macam proses. Makhluk hidup yang bisa langsung menggunakan nitrogen bebas (fiksasi nitrogen), misalnya tanaman kacang-kacangan (*Leguminosae*) yang bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Hasil dari proses simbiosis tersebut kemudian membentuk bintil akar yang mampu mengikat nitrogen dari udara, selain tanaman kacang-kacangan ada beberapa jenis ganggang yang bisa menggunakan nitrogen secara langsung (Taurusman et al., 2021).

Makhluk hidup yang tidak bisa menggunakan nitrogen secara langsung, akan dibantu oleh petir. Petir membantu agar nitrogen di atmosfer bersenyawa dengan oksigen, sehingga membentuk

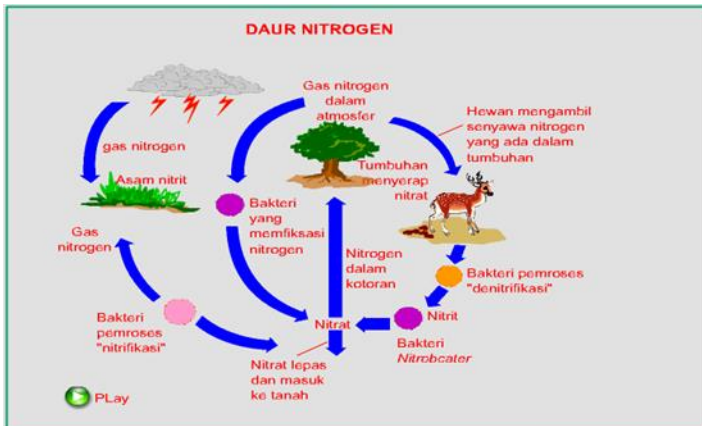
nitrat (NO_3). Nitrat masuk ke dalam tanah bersama air hujan. Tumbuhan menyerap nitrat dari tanah untuk diubah menjadi asam amino sebagai senyawa pembentuk protein. Kemudian tumbuhan dimakan konsumen, misalnya hewan, nitrogen yang telah diubah menjadi protein tersebut akan berpindah ke tubuh hewan. Hewan dan tumbuhan yang telah mati maupun zat hasil ekskresinya akan diuraikan oleh bakteri pengurai menjadi amonium dan amoniak. Bakteri *Nitrosomonas* mengubah amonium menjadi nitrit, kemudian bakteri *Nitrobacter* akan mengubah nitrit menjadi nitrat. Peristiwa pengubahan amonium menjadi nitrit dan nitrat disebut sebagai nitrifikasi. Nitrat hasil dari proses nitrifikasi tersebut ada yang langsung digunakan oleh tumbuhan, ada yang diubah menjadi nitrogen bebas oleh bakteri yang prosesnya disebut dengan denitrifikasi, dan ada yang larut dalam air (Piranto et al., 2019).

Nitrat yang larut dalam air akan digunakan oleh plankton dan tanaman air sebagai senyawa pembentuk protein. Tanaman tersebut kemudian dimakan oleh ikan, sehingga protein yang berada dalam tanaman tersebut akan berpindah ke tubuh ikan. Ikan dan tanaman yang telah mati akan mengendap menjadi sedimen.



Gambar 2.6 Daur Nitrogen (*Nitrogen cycle*)

(Sumber: <http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>)



Gambar 2.7 Daur Nitrogen (*Nitrogen cycle*)

(Sumber: http://www2.jogjabelajar.org/modul/biologi/5_daur_biogeokimia.swf)

d. Daur Belerang (Sulfur)

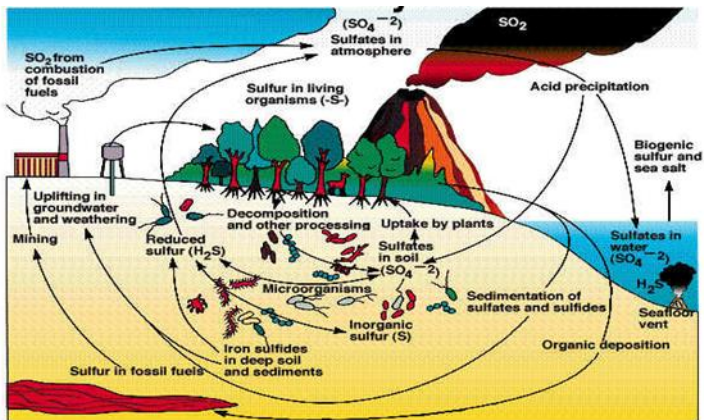
Belerang merupakan senyawa penyusun protein. Tumbuhan memperoleh belerang langsung dari dalam tanah dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}) sedangkan manusia dan hewan memperoleh unsur belerang dari tanaman. Belerang terkandung di dalam tanah dalam bentuk mineral tanah. Belerang bisa berasal dari letusan gunung berapi, sisa pembakaran minyak bumi dan batubara, maupun dari asap kendaraan dan pabrik. Letusan gunung berapi berupa lava yang membawa belerang akan langsung diteruskan ke dalam tanah (Wahab et al., 2018).

Gas belerang yang berasal dari letusan gunung berapi, asap pabrik, asap kendaraan bermotor, dan pembakaran minyak bumi dan batubara dihembuskan ke udara, dalam bentuk SO_2 . Gas tersebut akan bereaksi dengan uap air yang membentuk awan. Awan yang telah bereaksi dengan gas SO_2 tertiuap angin menuju ke atas daratan dan perairan. Akibat pengaruh suhu yang rendah, uap air yang telah bereaksi dengan SO_2 tersebut, akan jatuh menjadi titik-titik air hujan atau disebut dengan hujan asam.

Hujan asam yang jatuh ke daratan akan meresap ke dalam tanah, sedangkan hujan asam yang jatuh ke perairan akan larut bersama air. Sulfat yang meresap ke dalam tanah dan air akan dimanfaatkan oleh tumbuhan dan ganggang air untuk pembentukan protein. Hewan memakan tumbuhan, sehingga belerang dalam tumbuhan yang sudah berubah menjadi protein berpindah ke tubuh hewan. Tumbuhan dan hewan yang mati akan terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti sulfat. Sulfat ini nantinya akan diserap lagi oleh tumbuhan. Hewan dan tumbuhan yang mati dalam air akan mengendap menjadi sedimen (Kadarsah et al., 2020).

Sulfur biasanya terdapat dalam bentuk sulfat anorganik. Sulfur nantinya direduksi oleh bakteri menjadi sulfida serta biasanya terdapat dalam bentuk sulfur dioksida (SO₂) atau hidrogen sulfida (H₂S). Hidrogen sulfida sendiri seringkali memusnahkan makhluk hidup di perairan serta pada umumnya akan menghasilkan penguraian bahan organik yang sudah mati. Tumbuhan dapat menyerap sulfur yang masih dalam bentuk sulfat (SO₄) (Windyariani, 2018).

Proses rantai makanan disebut-sebut sebagai proses perpindahan sulfat, yang selanjutnya ketika semua makhluk hidup mati dan nanti akan diuraikan oleh komponen organiknya yakni bakteri. Beberapa bakteri yang terlibat dalam proses daur belerang (sulfur) adalah *Desulfibrio* dan *Desulfomaculum* yang nantinya akan berperan mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk hidrogen sulfida. Sulfida sendiri nantinya akan dimanfaatkan oleh bakteri fotoautotrof anaerob seperti halnya *Chromatium* dan melepaskan sulfur serta oksigen. Bakteri kemolitotrof seperti halnya *Thiobacillus* yang akhirnya akan mengoksidasi menjadi bentuk sulfat. (Geoklik, 2012, *Pengertian dan Macam-macam Daur Biogeokimia*, (Online), (<http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>), diakses 9 September 2012)



Gambar 2.8 Daur Sulfur

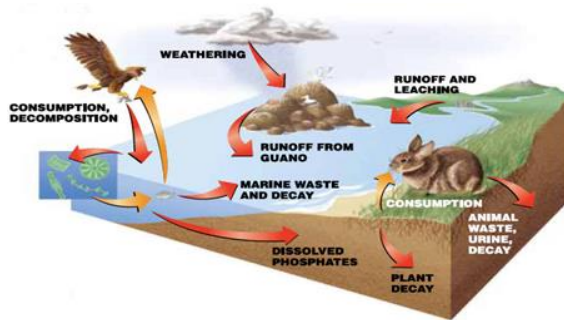
(Sumber: <http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>)

e. Daur Fosfor

Fosfor merupakan bahan pembentuk tulang pada hewan. Semua makhluk hidup memerlukan fosfor karena digunakan sebagai pembentuk DNA, RNA, protein, energi (ATP/ Adenosin Tri Fosfat), dan senyawa organik lainnya. ATP sendiri nantinya akan digunakan sebagai sumber energi untuk metabolisme sel. Fosfor terdapat dalam dua bentuk, yaitu senyawa fosfor organik yang terdapat dalam tumbuhan dan hewan, dan senyawa fosfor anorganik yang terdapat dalam tanah dan air (Fitri et al., 2019).

Fosfor anorganik berbentuk ion fosfat (PO_4^{3-}). Ion fosfat pada umumnya terdapat dalam bebatuan. Akibat terjadinya peristiwa erosi dan pelapukan memungkinkan fosfat terbawa menuju sungai bahkan hingga laut yang membentuk sedimen. Terjadinya pergerakan dasar bumi memicu sedimen yang mengandung fosfat naik ke permukaan. Dalam tanah diserap oleh tumbuhan. Tumbuhan dapat memperoleh fosfor dari dalam tanah secara langsung yang masih terlarut dalam air tanah. Di dalam tubuh tumbuhan fosfor diubah menjadi zat pembentuk

DNA, RNA, protein, energi, dan senyawa organik lainnya. Fosfat yang terlarut dalam air akan dimanfaatkan oleh tumbuhan air dan ganggang, sedangkan hewan dan manusia mendapatkan fosfor jika memakan tumbuhan. Tumbuhan dan hewan yang mati serta feses hewan akan diuraikan oleh bakteri menjadi fosfat organik, sedangkan feses dan urin hewan tersebut akan menjadi fosfat organik tanpa harus diuraikan terlebih dahulu. Bakteri akan mengubah fosfat organik menjadi fosfat anorganik yang nantinya akan diserap lagi oleh tumbuhan. Fosfat yang terdapat dalam tanah, sebagian berubah menjadi batuan mineral dan sebagian lainnya terlarut dalam air (Nawawi et al., 2015).



Gambar 2.9 Daur Fosfor (*Phosphorus Cycle*)

(Sumber: <http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>)



Gambar 10 Daur Belerang dan Sulfur

(Sumber: http://www2.jogjabelajar.org/modul/biologi/5_daur_biogeokimia.swf)

C. Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati adalah suatu keanekaragaman pada makhluk hidup yang menunjukkan keseluruhan variasi gen, spesies dan ekosistem di suatu daerah. Ada dua faktor penyebab keanekaragaman hayati, yaitu faktor genetik dan faktor luar. Faktor genetik bersifat relatif konstan atau stabil pengaruhnya terhadap morfologi organisme. Sebaliknya, faktor luar relatif stabil pengaruhnya terhadap morfologi organisme (Dengan & Konten, 2019).

Istilah keanekaragaman hayati (ragam hayati, keanekaan hayati, biodiversitas, biodiversity) belakangan ini semakin sering terdengar. Keanekaragaman hayati merupakan istilah yang digunakan untuk derajat keanekaragaman sumberdaya alam hayati, meliputi jumlah maupun frekuensi dari ekosistem, spesies, maupun gen di suatu daerah. Definisi ini masih susah dimengerti oleh orang awam. Pengertian yang lebih mudah dari keanekaragaman hayati adalah kelimpahan berbagai jenis sumberdaya alam hayati (tumbuhan dan hewan) yang terdapat di muka bumi.

Indonesia memiliki kondisi fisik (lingkungan abiotik) yang sangat bervariasi, sehingga menuntut hewan dan tumbuhan yang hidup di dalamnya untuk beradaptasi dengan cara yang berbeda-beda agar dapat bertahan hidup. Keadaan lingkungan abiotik yang sangat bervariasi menjadikan Indonesia kaya akan hewan dan tumbuhan. Lingkungan abiotik dan biotik yang khas menyebabkan munculnya makhluk hidup yang khas pula. Bahkan ada tanaman-tanaman dan hewan-hewan tertentu yang hidup di daerah-daerah tertentu pula, contohnya burung Cenderawasih di Irian jaya, burung Maleo di Sulawesi, Komodo di Pulau Komodo, Bunga Bangkai di Sumatra.

Makhluk hidup dapat dijumpai di berbagai lingkungan. Pada lingkungan terdapat faktor abiotik yang mempengaruhinya, seperti topografi, geologi, dan iklim. Penyebaran makhluk hidup pada kondisi lingkungan abiotik yang berbeda memberi kemungkinan adanya keanekaragaman hayati. Hewan dan tumbuhan yang hidup di darat

berbeda dengan yang hidup di perairan. Perbedaan itu misalnya pada warna, bentuk dan ukuran. Perbedaan tersebutlah yang menimbulkan keanekaragaman.

Keanekaragaman hayati dapat ditinjau dari tiga tingkatan. Pertama adalah tingkat gen dan kromosom yang merupakan pembawa sifat keturunan. Bila kita perhatikan persamaan suatu individu organisme dengan lainnya, dapat kita lihat bahwa tidak ada satu individu yang peampilannya persis sama dengan individu yang lain. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan gen yang terkandung di dalamnya (Rustiawanti et al., 2021).

Pada konsep keanekaragaman gen ini satu hal yang sangat penting untuk diketahui karena terkait dengan kehidupan sehari-hari adalah plasma nutfah. Plasma nutfah adalah substansi genetik yang ada pada setiap individu makhluk hidup. Sebagai ilustrasi dapat kita contohkan suatu jenis tumbuhan yang memiliki plasma nutfah yang tinggi yakni pisang. Kita ketahui banyak terdapat “jenis” pisang, misalnya pisang kepok, uli, raja, rajasere, ambon, tanduk, kapas, lampung, dan pisang batu. Contoh lain adalah plasma nutfah untuk mangga, misalnya mangga arumanis, golek, kweni, kebembem, bacang, kopyor, telur, santok, janis, dan bapang.

Kedua, adalah keanekaragaman pada tingkat jenis, atau dalam istilah biologi dikenal dengan istilah spesies. Di dalam rumah, misalnya kita dapat mendaftar berbagai spesies yang ada, misalnya rumput manila, puring, kelapa, pisang, bunga pukul empat, bunga mawar, bambu, belalang sembah, katak sawah, semut merah, cacing, kadal, capung, kupu-kupu, burung sesap madu, burung kacamata. Semuanya ini merupakan spesies tumbuhan dan hewan.

Ketiga, adalah keanekaragaman ekosistem. Keanekaragaman ekosistem ini berkaitan dengan kekayaan tipe habitat (tempat tumbuh). Andaikan kita berada di daerah gurun, maka tipe habitat yang mungkin ada hanyalah padang pasir dan oase. Jika kita berpindah ke daerah pedesaan di Jawa Barat, maka kita akan dapat dengan

mudah menemukan berbagai tipe habitat, misalnya sawah, ladang, sungai, kolam ikan, hutan bambu, kebu kopi dan seterusnya. Dengan demikian, maka dapat disebutkan bahwa daerah pedesaan Jawa Barat memiliki keanekaragaman ekosistem yang lebih tinggi daripada daerah gurun.

Mengapa akhir-akhir ini konsep keanekaragaman hayati ini menjadi sangat penting? Konsep keanekaragaman hayati ini sangat strategis dan penting karena telah banyak issue-issue yang timbul dan dapat dinaungi oleh satu istilah yaitu keanekaragaman hayati. Beberapa issue yang terkait dengan konsep keanekaragaman hayati kepunahan spesies, pembukaan lahan, kebakaran hutan, pemilihan jenis untuk penghijauan, rekayasa genetika, pelestarian spesies dan alam secara keseluruhan, pemenuhan kebutuhan pangan, ekspedisi pencarian bahan obat-obatan, pencemaran lingkungan, pemanasan global, kearifan tradisonal, wisata alam, dan masih banyak yang lainnya.

Keanekaragaman hayati sendiri perlu kita jaga dan lestarikan karena manfaatnya sungguh luar biasa bagi manusia karena merupakan sarana penyedia pangan, sandang, papan, obat-obatan dan rekreasi. Bisa diamati bahwa kehidupan kita sekarang ini tergantung kepada keanekaragaman hayati, misalnya padi, sayur-sayuran, kapas, kayu, obat-obatan (sirih, kumis kucing, kejibeling, daun dewa, brotowali), hewan ternak dan unggas. Keanekaragaman hayati ekosistem juga memberikan peluang untuk melakukan rekreasi alam.

Keanekaragaman hayati perlu pula dipertahankan karena merupakan komponen tatanan yang penting dalam ekosistem dan siklus biokimiawi. Contohnya, tanaman menghasilkan oksigen yang penting untuk kehidupan manusia. Akar-akarnya mampu menahan erosi tanah, sementara serasah dedaunnya dapat menyuburkan tanah. Dalam ekosistem merupakan suatu komponen yang menghubungkan antara komponen biotik dan abiotik dalam tatanan siklus yang berkelanjutan (Muhadjir et al., 2018).

D. Kestabilan ekosistem

Kestabilan ekosistem adalah kemampuan ekosistem tersebut mempertahankan keseimbangannya dalam menghadapi perubahan atau guncangan yang disebabkan oleh pengaruh dari luar. Sebagai contoh adalah kestabilan ekosistem perairan. Suatu ekosistem perairan dengan tingkat keseimbangan yang bersifat fluktuatif akan memberikan dampak yang cukup nyata bagi kehidupan yang berada didalamnya, sehingga dengan sendirinya akan menjadi suatu tempat yang tidak kondusif bagi organisme yang hidup di dalam ekosistem perairan tersebut. Mempertahankan habitat sangat penting bagi terjaganya populasi makhluk hidup. Gangguan terhadap ekosistem akan menyebabkan keseimbangan proses ekologis terganggu sehingga berdampak pada manusia (Nasfi, 2020).

Sebuah ekosistem terdiri dari berbagai macam organisme di dalamnya yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Semakin beranekaragam organisme penyusun suatu ekosistem maka ekosistem tersebut semakin stabil. Akan tetapi, akibat perbuatan manusia banyak Keanekaragaman suatu ekosistem berkurang, sehingga keadaan ekosistem tidak lagi stabil. Adapun tindakan yang dapat merusak keanekaragaman hayati, adalah sebagai berikut.

1. Penebangan Hutan (*Deforestation*)

Penebangan hutan akan mengakibatkan hilangnya habitat beberapa organisme yang hidup di pohon, sehingga populasi organisme ini akan berkurang. Penebangan hutan juga mengakibatkan hilangnya tanaman kecil karena penebangan hutan akan merusak tanaman dibawahnya. Selain itu, penebangan hutan dapat mengakibatkan banjir karena tanah tidak mampu lagi menyimpan air. Kesuburan tanah akan berkurang pula karena tidak ada lagi daun yang terurai di tanah.

2. Penggunaan Pestisida (*Application of Pesticides*)

Penggunaan pestisida untuk hama mengakibatkan organisme lain mati, sehingga akan mengganggu kestabilan ekosistem. Selain itu akan menimbulkan kekebalan (resistensi) hama terhadap pestisida yang dipakai.

3. Pemburuan Liar (Illegal Hunting)

Perburuan liar akan mengakibatkan punahnya beberapa organisme yang diburu. Punahnya salah satu organisme dalam suatu ekosistem akan mengganggu kestabilan ekosistem itu sendiri. Tindakan lain yang dapat mengganggu kestabilan ekosistem adalah penangkapan ikan dengan racun, dan bahan peladak yang akan menghancurkan habitat dan memusnakan sebagian besar organisme yang berada dalam ekosistem tersebut.

Kapan dikatakan ekosistem seimbang? Dalam suatu ekosistem yang masih alami dan belum terganggu akan didapati adanya keseimbangan antara komponen-komponen penyusun ekosistem tersebut keadaan ini disebut homeostatis, yaitu kemampuan ekosistem untuk dapat menahan berbagai perubahan alam dalam sistem secara menyeluruh. Ekosistem yang dikatakan seimbang adalah apabila semua komponen baik biotik maupun abiotik berada pada porsi yang seharusnya baik jumlah maupun peranannya dalam lingkungan. Dalam ekosistem terjadi peristiwa makan memakan yang kita sebut dengan istilah rantai makanan. Idealnya dalam sebuah rantai makanan jumlah masing-masing anggotanya harus sesuai dengan aturan ekosistem.

Rantai Makanan

a. Pengertian Rantai Makanan

Rantai Makanan merupakan suatu proses dimana terdapat perpindahan energi dan juga materi dari peristiwa makan dan dimakan dari produsen atau sumber daya tumbuhan melalui seri organisme atau melalui tingkatan trofik berupa (produsen/tumbuhan-hewan

herbivora-hewan karnivora). Pada setiap tahap dalam perpindahan materi dan energi, dengan produktivitas 80-90% energi potensial akan hilang sebagai energi kalor/panas, oleh karena itu tahapan-tahapan pada rantai makanan terbatas dalam 4-5 langkah saja. Dengan pengertian bahwa semakin pendek rantai makanan, maka semakin besar pula energi yang tersedia dan semakin panjang rantai makanan, maka semakin kecil energi yang juga tersedia bagi komunitas dan faktor-faktor biotiknya(Pratama, 2020).

Aliran energi yang memiliki sebuah rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, ke konsumen primer (herbivora), ke konsumen tingkat tinggi (karnivora), sampai ke saproba, aliran energi juga dapat diartikan perpindahan energi dari satu tingkatan trofik ke tingkatan berikutnya. Pada proses perpindahan selalu terjadi pengurangan jumlah energi setiap melalui tingkat trofik makan-memakan. Aliran energi dan siklus materi merupakan proses yang sangat penting untuk pertumbuhan organisme dan pertumbuhan ekosistem, juga menentukan laju produksi dari materi organik atau produktivitas biologi(Masrotul Fauziah, 2020).



Gambar sebuah rantai makanan yang merupakan siklus kehidupan

Sumber Gambar :

<https://m.tribunnews.com/pendidikan/2021/11/17/mengenal-perubahan-dalam-jaring-jaring-makanan-dilengkapi-susunan-rantai-makanan>

b. Jenis-jenis Rantai Makanan

Jenis-jenis Rantai Makanan sangat beragam dan rantai makanan juga merupakan sebuah kunci dalam siklus kehidupan untuk menyediakan makanan dan sumber daya alam (SDA). Tak sampai disitu rantai makanan yang memiliki peran kompleks didalamnya menyediakan komponen penyusun berupa produsen, konsumen I sampai dengan konsumen IV sampai dengan komponen pengurai, maka akan membentuk sebuah jaring-jaring makanan. Semakin kompleks jaring-jaring makanan yang terbentuk dengan pola-pola suhu optimum kehidupan yang melimpah akan membuat keseimbangan kehidupan makhluk hidup semakin stabil (Taurusman et al., 2021).



Gambar jaring-jaring makanan yang kompleks pada ekosistem darat

Sumber Gambar : <https://seputarlampung.pikiran-rakyat.com/pendidikan/pr-973109943/apa-yang-dimaksud-jaring-jaring-makanan-berikut-fungsi-dan-perbedaan-antara-rantai-makanan-dan-jaring-makanan>

Adapun beberapa jenis-jenis Rantai makanan yang terbentuk dialam berdasarkan jenis organisme yang mengawali dimulainya rantai makanan, terbentuknya rantai makanan menjadi beberapa tipe yaitu:

1) Rantai Makanan Model Perumput (Grazing Food Chain)

Rantai Makanan jenis ini paling sederhana dan banyak kita temui di alam liar serta paling mudah untuk dikenali. Rantai makanan ini dimulai dari tumbuh-tumbuhan sebagai produsen pada tingkat trofik pertamanya. Berdasarkan kajian ekosistem, diketahui bahwa rumput yang bersifat autotrof (mampu memproduksi makanan sendiri) berperan sebagai produsen, kemudian dimakan oleh belalang, selanjutnya belalang dimakan oleh katak, katak dimakan oleh ular dan akhirnya ular dimakan oleh burung elang.

Rumput sebagai produsen dimakan oleh belalang sebagai konsumen pertama, belalang dimakan oleh katak sebagai konsumen kedua, katak dimakan oleh ular sebagai konsumen ketiga, dan ular dimakan oleh elang sebagai konsumen keempat. Selanjutnya jika elang mati, maka bangkainya akan dimakan oleh organisme lain dan diuraikan oleh bakteri pengurai.

2) Rantai Makanan Model Dentrivirus

Jenis rantai makanan yang satu ini, tidak dimulai dari suatu tumbuhan, tetapi dimulai dari detritivor yaitu suatu organisme makhluk hidup heterotrof (tidak mampu memproduksi makanan sendiri) yang mendapatkan energi dengan cara memakan sisa-sisa dari makhluk hidup.

Dentrivirus adalah fragmen (hancuran) organisme baik berupa hewan maupun tumbuhan yang mati dan sisa-sisa organisme seperti kotoran hewan, daun, ranting yang gugur yang telah diuraikan oleh pengurai (Dekomposer). Kemudian yang termasuk organisme pemakan detritus disebut detritivor, misalnya rayap, cacing, keluwang, dan sebagainya.

3) Rantai Makanan Model Parasit

Berbeda dengan kedua jenis rantai makanan yang telah dibahas di atas parasit merupakan istilah bagi organisme yang

hidup pada tubuh inangnya, dengan cara merugikan makhluk hidup lainnya, ciri khas dari tipe rantai makanan ini adalah adanya organisme kecil yang mampu memangsa organisme yang lebih besar dengan cara menumpang hidup pada tubuh inangnya tanpa diketahui keberadaannya baik secara ektoparasit (berada diluar tubuh dengan ukuran yang kecil) maupun secara endoparasit (berada didalam tubuh dengan ukuran mikroskopis sampai dengan ukuran kecil) sehingga inang dari makhluk hidup tersebut merasa sangat dirugikan. Sebagai contoh adalah darah kerbau diambil dari tubuhnya oleh kutu dan kutu dimakan oleh burung jalak, burung jalak dimakan oleh elang.

4) Rantai Makanan Model Saprofit

Karakter dari rantai makanan saprofit adalah dimulai dari penguraian jasad renik atau jasad mati makhluk hidup oleh organisme saprofit. Contoh dari organisme saprofit adalah bakteri, jamur, dan lumut kerak. Saprofit adalah istilah bagi organisme yang mampu mengurai sisa-sisa organisme yang telah mati. Organisme saprofit berbeda dengan organisme dentrifor. Saprofit mengurai bahan-bahan organik sisa jasad renik menjadi sebuah bahan anorganik (mineral) yang diserap lagi oleh tumbuhan. Contoh rantai makanan saprofit yaitu : kayu lapuk dimakan oleh jamur, dan jamur dimakan oleh ayam, serta ayam dimakan oleh rubah, kemudian rubah mati dimakan oleh organisme saprofit kembali (Kadarsah et al., 2020).

Daftar Pustaka

- AL-Mukmin), D. M. (STAI. (2019). Ekologi : Populasi, Komunitas, Ekosistem. *Mudatsir*, 6(4), 234.
- Dengan, D., & Konten, P. (2019). *Kesesuaian Content Representation Dengan*. 15(01), 23–38.

- Fitri, J., Sa'adah, S., & Yusup, I. R. (2019). Penguasaan Konsep Siswa Pada Materi Ekosistem Melalui Penerapan Model Problem Posing Learning Berbasis Dongeng Sains (Ppl-Ds). *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi Februari, 09(01)*, 63–70. www.ftkuinsgd.ac.id
- Geoklik. 2012. *Pengertian dan Macam-macam Daur Biogeokimia*, (Online), (<http://sains.geoklik.com/pengertian-dan-macam-macam-daur-biogeokimia/>), diakses 9 September 2012).
- J-T. 2011. Animasi *Flash | Media Pembelajaran Biologi-Kimia Materi "Daur Biogeokimia"*. (Online),(http://www2.jogjabelajar.org/modul/biologi/5_daur_biogeokimia.swf), diakses 9 September 2012.
- Kadarsah, A., Turrahmah, M., & Gafur, A. (2020). Keanekaragaman Jenis Ikan Dari Ekosistem Mangrove Di Desa Pagatan Besar, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi, 14(1)*, 80–88. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v14i1.12398>
- Masrotul Fauziyah. (2020). *Pengaruh Model Pembelajaran Probing-Prompting Terhadap Hasil Belajar Pada Tema 8 (Ekosistem) Siswa Kelas V Sdn Wiyung I Surabaya* (p. 23).
- Muhadjir, M. M., Wiralodra, U., & Write, T. T. (2018). *Mangifera edu : 2*, 59–69.
- Nasfi, N. (STES M. W. S. P. P. (2020). Pengembangan Konsep Dasar IPA dalam Literasi Sains. *Jurnal EL-RIYASAH, 11(1)*, 54. <https://doi.org/10.24014/jel.v11i1.8818>
- Nawawi, A., Sulton, & Minasari, U. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Sains Teknologi Masyarakat (Stm) Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa Pada Pokok Bahasan Ekosistem Kelas VII MTs. *Bioilmi, 3(1)*, 47–57.
- Piranto, D., Riyantini, I., Untung Kurnia, M. A., & Donny Juliandri Prihadi, D. (2019). Karakteristik Sedimen dan Pengaruhnya

- Terhadap Kelimpahan Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Pulau Pramuka. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(1), 20–28.
- Pratama, ferina nadya. (2020). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Staphylococcus aureus Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember. *Skripsi*.
- Rustiawanti, U., Nahdlatul, U., Al, U., & Cilacap, G. (2021). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Membaca Pemahaman Materi Ekstenofik Kelas V Sekolah Dasar*. 5(2), 161–165.
- Redirected, <https://m.tribunnews.com/pendidikan/2021/11/17/mengenal-perubahan-dalam-jaring-jaring-makanan-dilengkapi-susunan-rantai-makanan>
- Redirected, Salinan Pada Jenis-jenis Gambar Pada Sebuah Jaringan-Jaring dan Rantai Makanan <https://seputarlampung.pikiran-rakyat.com/pendidikan/pr-973109943/apa-yang-dimaksud-jaring-jaring-makanan-berikut-fungsi-dan-perbedaan-antara-rantai-makanan-dan-jaring-makanan>
- Sinar Hadi. S. (2018). Lingkungan Hidup dan ekosistem. *Al-Mudariyah*, 5(5), 1–28. <http://rumahbelajar.id/Media/Dokumen/5cff79ecb646044330d686d4/82a60525e78b6fff454d48c634057d60.pdf>
- Sukasmo. (2014). Ekosistem (4) : Rantai Makanan dan Jaringan Makanan. *Jurnal Ilmiah Ekosistem*, 4, 4–6.
- Sumarni. (2018). Analisis Kestabilan Model Kompetisi Dua Fitoplankton Dalam Suatu Rantai Makanan Pada Ekosistem Laut. *Berdaur*, 3(3), 1–27.
- Taurusman, A. A., Wiryawan, B., Besweni, & Isdahartati. (2021). Dampak Penangkapan Terhadap Ekosistem: Landasan Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan Impacts of Fishing on Ecosystem: Basis of Sustainable Fisheries Management. *Albacore*, 4(1), 109–118.

- Wahab, I., Madduppa, H., & Kawaroe, M. (2018). Perbandingan Kelimpahan Makrozoobentos Di Ekosistem Lamun Pada Saat Bulan Purnama Dan Perbani Di Pulau Panggang Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 217–229. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.18974>
- Windyarani, S. (2018). Kemampuan Literasi Sains Siswa Sd Pada Konteks Melestarikan Capung. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 17–21. <https://doi.org/10.21009/biosferipb.10-1.3>

BAB XII

ANATOMI DAN FISILOGI TUBUH MAHLUK HIDUP

Rahmawida Putri

A. Pengantar

Makhluk hidup merupakan makhluk yang sangat istimewa yang diciptakan Tuhan. Susunan tubuh makhluk hidup sangat kompleks serta bekerja secara harmonis sehingga kelangsungan hidup suatu makhluk hidup tetap terjaga dengan baik. Tubuh makhluk hidup tersusun atas sel yang akan membentuk jaringan. Dan kumpulan jaringan akan membentuk suatu organ, serta kumpulan dari beberapa organ akan membentuk sistem organ yang bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing (Pearce, 2016).

Struktur tubuh dari suatu makhluk hidup dapat dipelajari melalui susunan anatomi tubuh, sedangkan fungsi dari masing-masing bagian atau struktur tubuh dapat dipelajari melalui fisiologi tubuh makhluk hidup. Anatomi dan fisiologi tubuh dari suatu makhluk hidup sangat berhubungan erat, karena dari anatomi kita bisa mempelajari bagian-bagian tubuh dan fisiologi mempelajari fungsi dari masing-masing bagian tubuh tersebut.

Salah satu keterkaitan antara anatomi dan fisiologi menurut Kuntoadi (2019) dapat kita ambil dari salah satu sistem organ makhluk hidup, yakni sistem respirasi yang terdiri dari organ rongga hidung, tenggorokan, bronkus, bronkiolus, dan alveolus yang kesemua organ tersebut saling berkaitan dalam proses pernapasan. Saat udara kita hirup melalui rongga hidung maka udara akan disaring melalui

rambut-rambut halus di seluruh permukaan rongga hidung, sehingga udara bersih akan diteruskan ke kerongkongan hingga ke alveolus. Dan pada alveolus akan terjadi proses pertukaran gas O₂ menjadi CO₂ yang merupakan hasil perombakan udara di dalam paru-paru yang akan dikeluarkan kembali melalui rongga hidung sebagai salah satu materi yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh.

Pada bab ini, kita akan mempelajari secara singkat hubungan serta keterkaitan antara anatomi dan fisiologi tubuh makhluk hidup untuk mempertahankan keberlangsungan hidupnya.

B. Pengertian Anatomi

Kata “anatomi” berasal dari gabungan dua kata yakni “ana” merupakan suatu bagian dan “tome” yang berarti memisahkan. Kata ini berasal dari bahasa Yunani dan apabila digabungkan dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari pemisahan struktur atau bagian tubuh menjadi bagian paling kecil yang terdiri dari susunan bagian dalam dan bagian luar yang dapat diamati dibawah mikroskop atau dikenal dengan istilah *anatomi mikroskopis* dan dapat diamati juga tanpa bantuan alat atau dikenal dengan istilah *anatomi makroskopis* (Putri, 2020; Safrida, 2020; Widowati & Rinata, 2020).

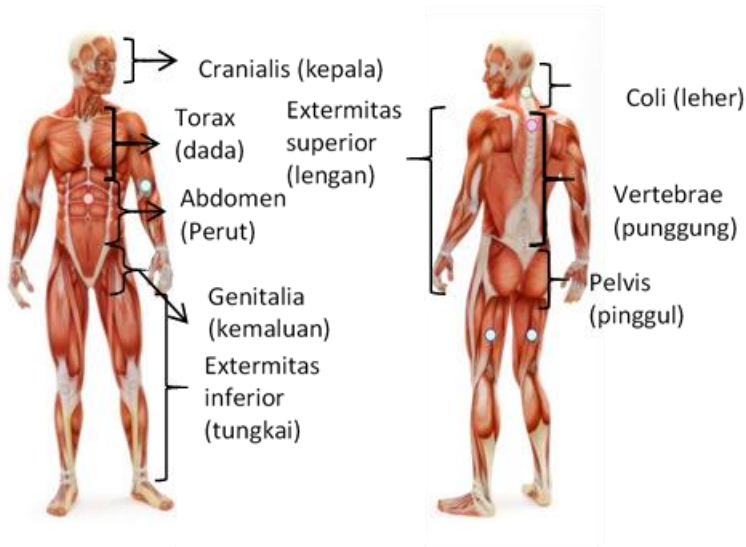
C. Pengertian Fisiologi

Kata “Fisiologi” merupakan gabungan dari dua kata yakni “fisis” yang berarti cara kerja dan “logos” yang berarti ilmu pengetahuan. Sehingga fisiologi dapat diartikan sebagai suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari cara kerja dari masing-masing bagian tubuh makhluk hidup demi keberlangsungan hidupnya. Suarnianti (2016) mengungkapkan bahwa fisiologi yang berasal dari bahasa Yunani selain mempelajari cara kerja, juga mempelajari fungsi dari bagian tubuh makhluk hidup, seperti fungsi struktur sel, bagaimana proses perubahan kimiawi dan kegiatan sel, reaksi fisik dan kimia dari setiap pergerakan makhluk hidup (Sumiyati, dkk, 2021; Safrida, 2020).

D. Klasifikasi Anatomi dan Fisiologi

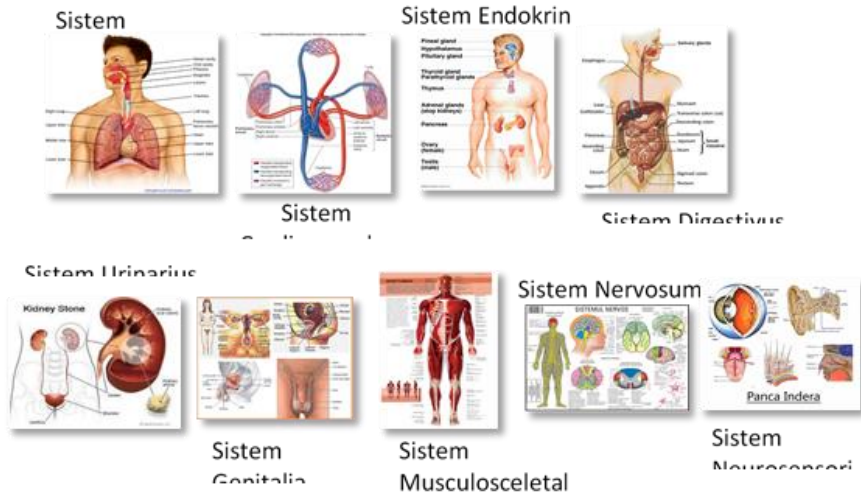
Istilah anatomi mikroskopis dapat diartikan menurut (Pontoh, dkk. 2017) struktur suatu sel secara individual yang diamati dibawah mikroskop sebagai karakteristik pemeriksaan sitologi dan struktur jaringan yang dipelajari dan diamati dibawah mikroskop sebagai karakteristik pemeriksaan histologi. Sedangkan menurut Goni, dkk. (2017) anatomi makroskopis merupakan struktur besar yang dapat diamati langsung dengan mata seperti organ dari suatu sistem tubuh serta perkembangan organ tersebut.

Anatomi tubuh makhluk hidup dapat dibedakan menjadi anatomi regional yang mempelajari bagian anatomi tubuh berdasarkan organ pada region atau bagian daerah tertentu, dan anatomi sistem yang mempelajari bagian anatomi tubuh berdasarkan sistem.



Gambar 1. Anatomi Regional Tubuh (Miftahul, 2021)

Anatomi regional dapat dibagi menjadi bagian cranialis (kepala), torax (dada), abdomen (perut), genitalia (kelamin), coli (leher), vertebra (tulang belakang), pelvis (panggul), extermittas superior (anggota gerak atas), dan extermittas inferior (anggota gerak bawah).



Gambar 2. Anatomi Sistem Tubuh (Miftahul, 2021)

Sedangkan anatomi sistem dapat dibagi menjadi sistem respiratorius (pernapasan), sistem cardiovascular (peredaran darah), sistem endokrin (hormon), sistem digestivus (pencernaan), sistem urinarius (perkemihan), sistem genitalia (reproduksi), musculoskeletal (otot dan tulang serta sendi), sistem nervosum (saraf), dan sistem neurosensoris (panca indra).

Fisiologi tubuh dapat diklasifikasikan menjadi :

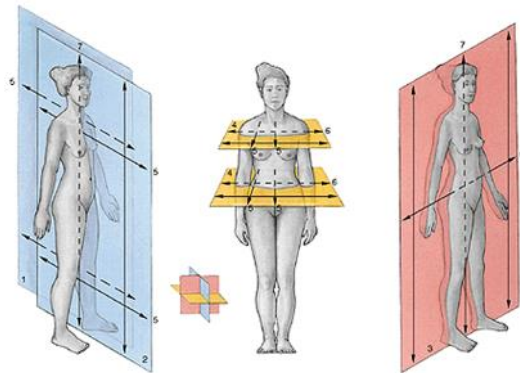
- (1) Fisiologi sel yang mempelajari ilmu pengetahuan tentang fungsi sel serta bagian-bagiannya.
- (2) Fisiologi spesifik yang mempelajari ilmu pengetahuan tentang fungsi spesifik organ tubuh.
- (3) Fisiologi sistemik yang mempelajari ilmu pengetahuan tentang fungsi sistemik organ tubuh.
- (4) Fisiologi patologikal yang mempelajari ilmu pengetahuan tentang efek penyakit terhadap struktur organ tubuh.

E. Posisi Anatomi

Dalam mempelajari anatomi fisiologi tubuh makhluk hidup terdapat posisi tubuh yang telah ditetapkan untuk mempermudah mendeskripsikan anatomi.

Wibowo (2008) menjelaskan bahwa posisi anatomi tubuh dapat ditetapkan berdasarkan garis dan bidang khayal tubuh, yakni:

- (1) Bidang median, yang merupakan bidang yang membagi posisi tubuh tepat menjadi bagian kanan dan bagian kiri.
- (2) Bidang koronal, yang merupakan bidang yang melalui tubuh tegak lurus terhadap bidang median menjadi bagian depan (frontal) dan bagian belakang (dorsal).
- (3) Bidang transversal, yang merupakan bidang yang terletak melintang melalui tubuh (bidang XY) yang membagi tubuh menjadi bagian atas (superior) dan bagian bawah (inferior).

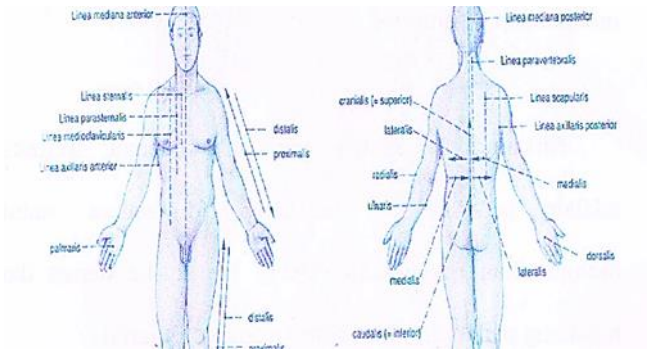


Gambar 3. Bidang Anatomi Tubuh (Panero, 1979)

F. Istilah dan Arah Bidang Anatomi

Arah bidang anatomi tubuh makhluk hidup berbeda-beda. Menurut Sunardi (2020) terdapat organ dalam jaringan tubuh yang letaknya simetris dan ada pula yang tidak simetris. Salah satu organ tubuh yang simetris adalah letak kedua mata (kanan dan kiri) serta telinga (kanan dan kiri). Namun terdapat organ yang letaknya tidak

simetris contohnya adalah jantung yang letaknya lebih banyak pada bagian kiri dibandingkan dengan bagian kanan tubuh (Sumiyati, dkk. 2021).



Gambar 4. Arah Bidang Anatomi Tubuh (Sunardi, 2020).

Dalam anatomi tubuh makhluk hidup, terdapat istilah-istilah dalam menunjukkan arah bidang anatomi antara lain sebagai berikut:

- (1) Superior (=atas) atau kranial: lebih dekat pada kepala.
Contoh: Mulut terletak superior terhadap dagu.
- (2) Inferior (=bawah) atau kaudal: lebih dekat pada kaki.
Contoh: Pusing terletak inferior terhadap payudara.
- (3) Anterior (=depan): lebih dekat ke depan.
Contoh: Lambung terletak anterior terhadap limpa.
- (4) Posterior (=belakang): lebih dekat ke belakang.
Contoh: Jantung terletak posterior terhadap tulang rusuk.
- (5) Superfisial: lebih dekat ke/di permukaan.
Contoh: Otot kaki terletak superfisial dari tulangnya.
- (6) Profunda: lebih jauh dari permukaan.
Contoh: Tulang hasta dan pengumpul terletak lebih profunda dari otot lengan bawah.
- (7) Medial (=dalam): lebih dekat ke bidang median.
Contoh: pangkal lengan terletak medial terhadap tubuh.
- (8) Lateral (=luar): menjauhi bidang median.
Contoh: Telinga terletak lateral terhadap mata.

- (9) Proksimal (=dekat): lebih dekat dengan batang tubuh atau pangkal.
Contoh: Siku terletak proksimal terhadap telapak tangan.
- (10) Distal (=jauh): lebih jauh dari batang tubuh atau pangkal.
Contoh: Pergelangan tangan terletak distal terhadap pangkal lengan.

G. Tingkat Struktural Organisasi Tubuh

Struktur organisasi tubuh makhluk hidup tersusun menjadi suatu kesatuan fungsional dari tingkatan terendah (tingkat atom dan molekul) hingga tingkatan tertinggi (struktur tubuh kompleks).

Susunan terendah tubuh makhluk hidup yang terdiri dari atom dan molekul merupakan bahan pembentuk terkecil dari semua makhluk hidup dan makhluk mati dengan 96% kandungan yang membentuk tubuh.

Urutan selanjutnya sel yang merupakan unit terkecil sebagai dasar pembentuk struktur tubuh makhluk hidup yang mempunyai fungsi masing-masing. Susunan sel ini mampu melaksanakan proses yang berkaitan dengan kehidupan makhluk hidup.

Kumpulan dari beberapa sel akan membentuk jaringan yang merupakan urutan lanjutan dari sel. Jaringan tersusun dari kumpulan sel yang mempunyai struktur serta fungsi yang sama dalam menjalankan kehidupan. Dalam jaringan tubuh makhluk hidup, terdapat 4 macam jaringan yang terbentuk, yakni:

- (1) Jaringan epitel, berupa lapisan luar yang berperan dalam proses pertukaran bahan antaranya sel dengan lingkungan.
- (2) Jaringan ikat, yang mencakup berbagai macam struktur yang berperan dalam proses menghubungkan, menunjang, serta mengikat berbagai macam bagian tubuh.

- (3) Jaringan saraf, yang banyak ditemukan di otak, jaringan saraf, organ indra, serta korda spinalis yang dapat menyalurkan impuls yang diterima.
- (4) Jaringan otot, yang terdiri dari otot polos, otot lurik, dan otot jantung, yang menghasilkan tegangan dan berperan dalam melakukan pergerakan.

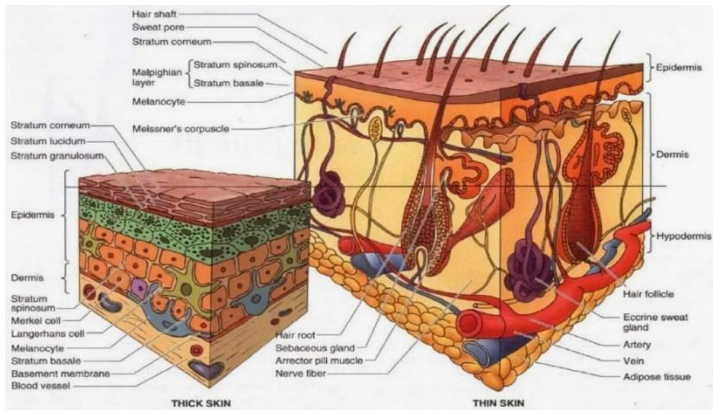
Jaringan-jaringan dengan struktur sama yang berkumpul akan terbentuk suatu organ yang melakukan fungsi tertentu. Salah satunya dapat kita ambil contoh adalah organ lambung yang terbentuk dari keempat jaringan tubuh.

H. Sistem Integumen

Sistem integument dapat diartikan sebagai “penutup” yang berasal dari bahasa latin yang berperan dalam mekanisme membedakan, memisahkan, melindungi, serta menginformasikan lingkungan sekitar. Dalam sistem integument terdapat organ penting yang berperan yakni kulit, rambut, sisik, kuku, bulu, kelenjar keringat, kelenjar minyak, serta produk yang dihasilkan berupa minyak serta keringat. Kulit merupakan organ yang melapisi seluruh bagian tubuh dengan luas $2 \text{ m}^2/10 \text{ kg}$ berat badan atau sekitar 16% dari berat badan seseorang.

Kulit memiliki sifat anatomis yang berhubungan erat dengan ilmu faal pada daerah tubuh seperti kulit pada telapak tangan dan telapak kaki, kelopak mata, ketiak, dan bagian lainnya yang termasuk dalam pencerminan fungsi masing-masing penyesuaiannya.

Bagian struktur kulit dapat dibagi menjadi bagian epidermis (luar) dan bagian dermis (dalam). Pada bagian epidermis terdiri dari jaringan epitel berlapis banyak yang berasal dari derivat ectoderm. Sedangkan dermis memiliki kelenjar keringat, kelenjar minyak, pembuluh darah, ujung saraf, serta kantung rambut.



Gambar 5. Struktur Penampang Kulit (Pearce, 2016)

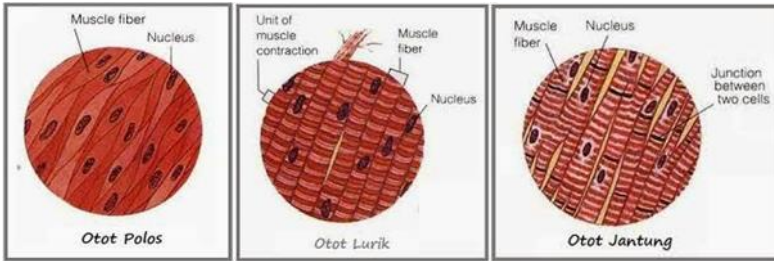
Sistem integument bekerja sesuai dengan masing-masing elemen yang membentuknya. Pada saat kelenjar keringat dihasilkan, maka sistem tubuh tersebut berusaha untuk melindungi kulit dari paparan suhu yang relatif tinggi dan kelenjar minyak memproduksi sebum untuk melindungi kulit dari serangan bakteri yang dapat merusak kulit.

I. Sistem Muskuloskeletal

Sistem musculoskeletal merupakan penggabungan dari sistem muscular dan sistem skeletal yang saling kebergantungan serta dibantu oleh sendi dalam menghasilkan kegiatan dalam bentuk pergerakan. Sistem muscular merupakan organ yang memungkinkan tubuh dalam melakukan pergerakan yang merupakan salah satu ciri dari makhluk hidup. Pergerakan terjadi karena terjadinya perubahan bentuk sitoplasma sel yang berupa benang halus yang disebut dengan miofibril. Pada saat pergerakan terjadi maka otot mengalami proses pemanjangan (kontraksi) dan pemendekan (relaksasi) ke arah tertentu. (Safrida, 2020).

Pada sistem muscular, terdapat jaringan muscular (jaringan otot) yang mempunyai sel-sel yang tipis dan panjang yang berfungsi mengubah energi menjadi gerakan dan panas.

Sistem muscular terdiri dari 3 jenis yakni otot polos, otot lurik, dan otot jantung.



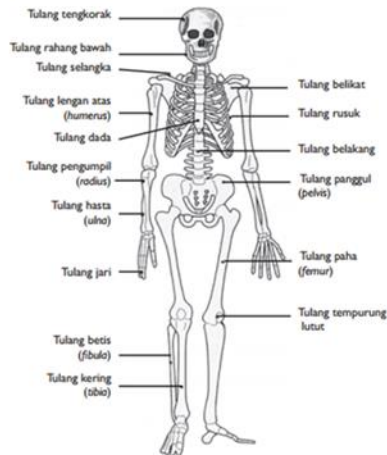
Gambar 13.6. Struktur Otot Polos, Otot Lurik, dan Otot Jantung (Suarnianti, 2016)

Perbedaan antara otot polos, otot lurik, dan otot jantung dapat dilihat pada tabel 1. berikut:

Tabel 1. Perbedaan Otot Polos, Otot Lurik, dan Otot Jantung (Suarnianti, 2016)

| Ciri | Otot Polos | Otot Lurik | Otot Jantung |
|-----------------------|---|------------------|-------------------------------------|
| Letak | Otot pada pembuluh darah, dinding usus pencernaan | Otot pada tulang | Otot pada jantung |
| Bentuk Sel | meruncing | Bulat memanjang | Bulat memanjang dan ujung bercabang |
| Letak dan Jumlah Inti | Tengah 1 | Tepi Banyak | Tengah Banyak |
| Kontrol Saraf | Otot tidak sadar | Otot sadar | Otot tidak dasar |
| Reaksi | Lambat | Cepat | Lambat |
| Sifat Kerja | Tidak cepat lelah | Cepat lelah | Tidak cepat lelah |

Sistem skeletal disebut juga sistem rangka yang berfungsi sebagai alat yang membantu dalam proses pergerakan yang dilakukan oleh otot. Rangka berfungsi untuk melindungi jaringan dan organ yang lunak, sebagai penyangga, penyimpan mineral, serta tempat produksi sel darah merah. Selain itu, rangka juga berperan dalam pembentukan tubuh, tempat penghasil sum-sum kuning, serta sebagai fungsi imunologis.



Gambar 7. Kerangka Tubuh Manusia (Wibowo, 2008)

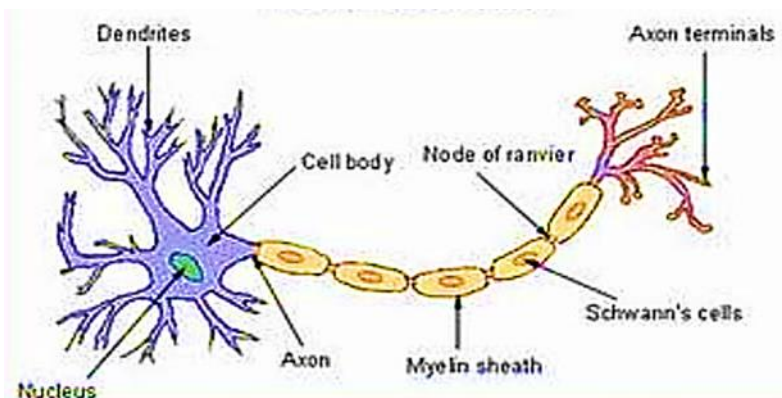
Rangka tersusun dari tulang yang memiliki beberapa lapisan dari arah luar ke dalam berturut-turut, yaitu periosteum, tulang kompak, tulang spons, endosteum, dan sum-sum tulang. Tulang kompak memiliki tekstur padat dan kuat serta sedikit berongga, tulang spons memiliki bagian berongga yang berisikan sumsum merah, endosteum yang berupa lapisan terdiri dari jaringan areola vaskuler yang melapisi sumsum. Dan sumsum tulang merupakan tempat pembentukan sel darah yang terdapat pada bagian paling dalam.

Tulang juga terdiri dari beberapa jenis, yakni tulang panjang, tulang pendek, tulang sesamoid, tulang pipih, dan tulang yang tidak beraturan.

J. Sistem Saraf

Sistem saraf terdiri dari sel-sel saraf atau disebut neuron yang berfungsi mengatur kontraksi otot, mengatur perubahan alat-alat tubuh bagian dalam yang berlangsung dengan cepat. Sistem saraf mengirimkan signal ke bagian tubuh dan dari bagian tubuh dengan mengkoordinasikan setiap tindakan bagian tubuh.

Sistem saraf dapat dibagi menjadi sistem saraf pusat yang berfungsi dalam menerima informasi yang berasal dari luar tubuh dan melanjutkan koordinasi ke bagian otak dalam menghasilkan respon tubuh. Bagian sistem saraf selanjutnya adalah sistem saraf tepi berupa kumpulan saraf lanjutan yang melanjutkan signal yang diterima dari luar tubuh ke otak dan spinal cord serta melanjutkannya ke saraf pusat. Sel saraf tepi berperan dalam menghubungkan respon sistem saraf pusat menuju ke organ tubuh lain.



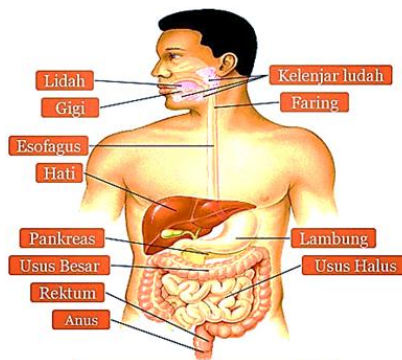
Gambar 8. Struktur Sel Saraf (Neuron) (Sunardi, 2020)

Sistem saraf pusat terdiri dari saraf otak yang dibagi menjadi otak besar (*cerebrum*), *brainstem*, *diencephalon*, dan *cerebellum*. Selain otak sistem saraf pusat juga termasuk di dalamnya sum-sum tulang belakang. Sementara sistem saraf tepi terdiri dari sistem saraf otonom yang termasuk didalamnya sistem saraf simpatik, dan sistem saraf parasimpatik. Selain sistem saraf otonom terdapat juga sistem saraf somatik pada sistem saraf tepi.

K. Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan termasuk dalam sistem pengolahan makanan secara kompleks agar nutrisi yang terdapat pada makanan dapat terserap dengan baik oleh tubuh manusia. Dalam sistem pencernaan makanan pada manusia mencakup saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Fungsi sistem pencernaan pada manusia agar makanan yang telah di olah dapat diserap dengan baik oleh tubuh. Zat makanan yang akan di olah tubuh berupa karbohidrat, protein, dan lemak. Sementara air, vitamin, dan mineral dapat diserap dan langsung digunakan oleh tubuh.

Proses makanan dicerna oleh tubuh melalui dua tahapan, yakni tahapan pencernaan mekanis dan tahapan pencernaan kimiawi. Pada tahapan pencernaan mekanis, makanan yang masuk dalam rongga mulut masih dalam ukuran partikel yang cukup besar sehingga, bagian organ pencernaan dalam saluran pencernaan akan membantu memecah partikel makanan menjadi partikel ukurannya lebih kecil. Selain itu, tahapan pencernaan mekanis juga akan dibantu oleh saluran pencernaan lain seperti lambung agar partikel makanan yang ukurannya sudah lebih kecil dapat menjadi lebih halus. Selanjutnya, tahapan pencernaan kimiawi bertujuan agar molekul-molekul organik yang terdapat pada makanan dapat menjadi lebih sederhana yang berawal dari molekul yang lebih kompleks.



Gambar 9. Saluran Sistem Pencernaan Makanan Manusia

(Sunardi, 2020)

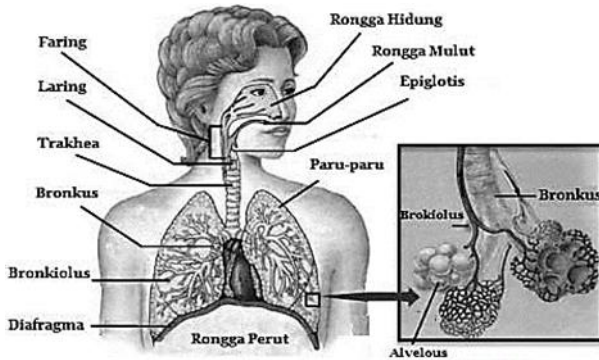
Saluran pencernaan makanan pada manusia dimulai dari rongga mulut yang terjadi proses pencernaan mekanik dengan bantuan gigi serta lidah, dan terjadi proses pencernaan kimiawi dengan bantuan air ludah, kemudian makanan diteruskan ke kerongkongan dengan dorongan gerakan peristaltik agar dapat masuk ke dalam lambung. Di lambung, makanan akan mengalami proses pencernaan mekanik dengan bantuan otot-otot lambung yang terdapat diseluruh bagian dinding lambung. Selain itu, makanan juga akan di proses melalui pencernaan kimiawi pada bagian lambung dengan bantuan kelenjar pencernaan berupa enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan dari getah lambung diantaranya pepsin, renin, dan HCl. Setelah proses pengolahan makanan di lambung selesai, makanan perlahan-lahan masuk ke usus halus dengan gerakan peristaltic. Pada usus halus, nutrisi dari makanan diserap seperti vitamin B12, garam empedu, elektrolit, serta air. Sisa makanan yang tidak dapat diserap tubuh (limbah) akan diteruskan ke dalam usus besar melalui gerakan peristaltic. Di dalam usus besar, limbah akan dibusukkan oleh bakteri *Eschericia coli* agar lebih mudah dikeluarkan. Selain itu terjadi penyerapan air dan vitamin K yang masih bermanfaat bagi tubuh. Setelah itu, limbah akan diteruskan dan disimpan sementara di rektum sebelum nantinya akan dikeluarkan melalui anus dengan gerakan peristaltik atau yang dikenal dengan sebutan proses defekasi.

L. Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan manusia merupakan proses menghirup udara melalui hidung dan mulut hinga memasuki paru-paru. Proses pernapasan dapat dibedakan menjadi proses pernapasan dada dan proses pernapasan perut. Proses pernapasan terjadi melalui tahapan proses inspirasi (inhalasi) yang menyebabkan otot diafragma menurun sehingga udara dapat memasuki paru-paru. Tahapan selanjutnya proses ekspirasi (ekshalasi) yang menyebabkan otot diafragma

meningkat sehingga udara keluar dari paru-paru melalui rongga hidung atau mulut.

Sistem pernapasan juga dapat dibedakan menjadi pernapasan luar dan pernapasan dalam. Pernapasan luar terjadi pertukaran udara di dalam alveolus dengan darah yang berada dalam kapiler. Sedangkan pernapasan dalam terjadi pernapasan antara darah yang ada dalam kapiler dengan semua sel yang ada di dalam tubuh.



Gambar 10. Saluran Sistem Pernapasan Manusia
(Pearce, 2016)

Sistem pernapasan berfungsi dalam menghirup dan menghembuskan udara, terjadi proses pertukaran gas antara aliran darah dan jaringan di dalam tubuh, menciptakan suara, serta mencium bebauan.

Sistem pernapasan terdiri dari beberapa organ pernapasan yakni rongga hidung yang berfungsi sebagai jalan masuknya udara yang dihirup dalam proses bernapas, udara akan disaring melalui selaput dan rambut halus dan diteruskan ke dalam tenggorokan. Pada tenggorokan terdapat pita suara yang memungkinkan suara terbentuk apabila bersentuhan dengan udara. Udara selanjutnya masuk ke trakea yang berupa saluran berbentuk pipa yang memiliki dua cabang dinamakan bronkus. Bronkus berbentuk batang terdiri dari tulang rawan yang memiliki cabang yang dinamakan bronkiolus. Cabang-

cabang bronkiolus diteruskan hingga masuk ke dalam paru-paru disebut alveolus yang memiliki kapiler darah untuk meneruskan oksigen dan udara menuju ke dalam darah. Di dalam alveolus juga terjadi proses pertukaran gas oksigen menjadi karbondioksida yang nantinya akan dikeluarkan kembali melalui rongga hidung.

Daftar Pustaka

- Goni, L. R., Wongkar, D., & Wangko, S. (2017). Gambaran makroskopik dan mikroskopik limpa pada hewan coba postmortem. *eBiomedik*, 5(1).
- Kuntoadi, G. B., & SKG, M. (2019). *Buku Ajar Anatomi Fisiologi: untuk mahasiswa APIKES—Semester 1*. Pantera Publishing.
- Miftahul, J. A. S. (2021). Modul Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Pendidikan Biologi (*Doctoral dissertation*, UIN Raden Intan Lampung).
- Panero, J. (1979). *Dimensi Manusia & Ruang Interior*. Erlangga.
- Pearce, E. C. (2016). *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Pontoh, L. M., Kalangi, S. J., & Kaseke, M. M. (2017). Gambaran makroskopik dan mikroskopik kandung kemih pada hewan coba postmortem. *eBiomedik*, 5(1).
- Putri, R. (2020). The implementation and Perception of Pharmacy Students About Blended Learning On Course of Anatomy Human Physiology at The Pandemic Covid-19. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 6(2), 167-176.
- Safrida. (2020). *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Syiah Kuala University Press.
- Suarnianti. (2016). *Anatomi dan Fisiologi Pada Tubuh Manusia*. Yogyakarta: Indomesia Pustaka.

- Sumiyati, S., Anggraini, D. D., Kartika, L., Arkianti, M. M. Y., Sudra, R. I., Hutapea, A. D., Sari, M. H. N., Rumerung, C. L., Sihombing, R. M., Umara, A. F., & Sitanggang, Y. F. (2021). *Anatomi Fisiologi*. Yayasan Kita Menulis.
- Sunardi, J. (2020). *Anatomi Manusia*. UNY Press.
- Wibowo, D. S. (2008). *Anatomi tubuh manusia*. Grasindo.
- Widowati, H., & Rinata, E. (2020). *Buku Ajar Anatomi*. Umsida Press, 1-230.

BAB XIII

ALAT PENCERNAAN MANUSIA DAN KESEHATAN

Devi Wahyu Ertanti

A. Alat Pencernaan Manusia

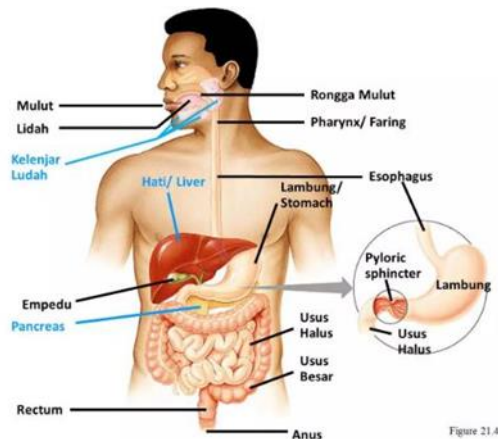
Materi sistem pencernaan dalam silabus kurikulum 2013 mata pelajaran Biologi, merupakan salah satu materi yang membutuhkan pemahaman dan hapalan, kemampuan menganalisis, serta berkomunikasi. Pada materi ini peserta didik perlu memahami dan mengingat berbagai saluran dan organ pencernaan manusia, enzim-enzim yang terlibat dalam proses pencernaan, serta hubungan antara struktur dan fungsi jaringan pencernaan (Panjaitan, 2017).

Manusia membutuhkan zat gizi yang terkandung dalam makanan untuk melakukan berbagai proses biologis tubuh. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan dicerna oleh sistem pencernaan agar zat gizi yang terkandung di dalamnya dapat diserap (absorpsi) oleh tubuh. Manusia membutuhkan makanan yang diperoleh dari tumbuhan dan hewan. Makanan yang kita makan harus dicerna atau dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil atau dalam bentuk yang 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.

Tubuh memiliki sistem pencernaan yang terdiri dari rongga mulut, faring/kerongkongan, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rektum dan anus. Organ-organ tersebut memiliki fungsi berbeda dalam

mencerna makanan yang masuk ke dalam tubuh. Selain organ pencernaan tersebut, tubuh juga membutuhkan zat-zat yang dihasilkan oleh empedu, kelenjar air liur/ludah, serta pankreas untuk membantu mencerna makanan (Ramlawati et al., 2017).

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 1. Organ-organ penyusun pencernaan manusia

Sumber: <https://salamadian.com/sistem-pencernaan-manusia-penjelasan-lengkap/>

Berikut ini diuraikan proses yang berlangsung pada sistem pencernaan manusia yang melibatkan organ-organ penyusunnya (Anisa et al., 2017):

1 Rongga mulut

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



Gambar 2 Anatomi mulut

Sumber: Biggs et al, 1995.

a. 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.

b. 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.

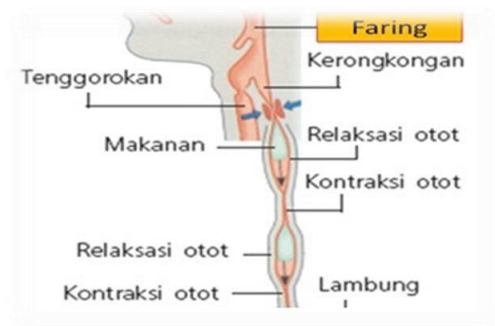
c. Kelenjar ludah

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.

2 Kerongkongan

Kerongkongan merupakan saluran penghubung antara mulut dengan lambung. Melalui kerongkongan makanan didorong masuk ke dalam lambung dengan gerak peristaltik. Makanan hanya membutuhkan waktu 6 detik untuk sampai ke dalam lambung dari mulut.



Gambar 3 Kerongkongan

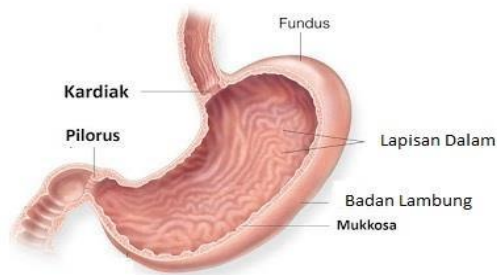
Sumber: <http://www.kelasipa.com/>

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.

3 Lambung

Lambung terletak di dalam rongga perut bagian atas di bawah diafragma. Lambung memiliki dinding yang elastis, sehingga dapat menyimpan makanan dengan kapasitas 2 – 4 liter. Makanan dicerna di dalam lambung kurang lebih 6 jam, setelah itu chyme meninggalkan lambung menuju usus halus.



Gambar 4 Lambung

Sumber: Biggs et al, 1995

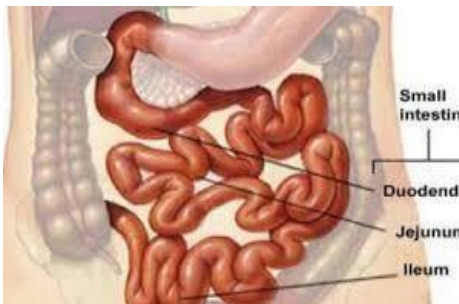
Lambung terdiri atas empat bagian, yaitu bagian kardiak, fundus, badan lambung, dan pilorus. Kardiak adalah lanjutan dari muara lambung, berdekatan dengan hati dan berhubungan dengan kerongkongan. Pilorus berhubungan langsung dengan usus dua belas jari (Duodenum). Di bagian ujung kardiak terdapat klep 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.

4 Usus halus

Usus halus merupakan tempat terjadinya pencernaan secara kimiawi dan tempat penyerapan zat-zat makanan. Makanan yang masuk ke dalam usus halus ini bercampur dengan enzim yang dihasilkan dari hati dan pankreas.



Gambar 5 Usus halus

Sumber:

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

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.

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.

5 Usus besar

Air dan makanan yang tidak tercerna selanjutnya masuk ke dalam saluran pencernaan makanan yang disebut usus besar. Fungsi utama usus besar adalah menyerap air yang masih ada dalam saluran pencernaan. Bagian usus besar yang terakhir disebut rectum yang panjangnya kurang lebih 12 cm dan diakhiri dengan anus. Anus adalah lubang akhir dari saluran pencernaan sebagai jalan pembuangan feces. Di dalam usus besar, sisa makanan akan diuraikan dengan bantuan bakteri *Escherichia coli*.



Gambar 6 Usus Besar

Sumber: <http://www.webmd.com/digestive-disorders/picture-of-the-colon#1>

Setelah usus besar berbentuk S terdapat poros usus (rektum). Di dalam usus besar sisasisa 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.

6 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.

B. Kesehatan

Gangguan sistem pencernaan sebagai gangguan pada saluran pencernaan yang dimulai dari rongga mulut sampai anus, berupa kelainan kelenjar pencernaan atau organ saluran pencernaan. Penyebab gangguan sistem pencernaan adalah meliputi faktor makanan, makanan tambahan yang diberikan terlalu dini, makanan basi dan makanan yang berlebihan, infeksi serta adanya kelainan pada alat pencernaan (Winarsih, 2012).

Gangguan pada sistem pencernaan dapat terjadi jika salah satu atau lebih proses pencernaan tidak berjalan dengan baik. Sistem pencernaan pada anak sangat berbeda dengan orang dewasa. Anak masih sangat rentan terhadap masalah pencernaan. Sebenarnya sistem pencernaan pada anak dan orang dewasa adalah sama. Namun demikian, anak-anak masih belum optimal dalam memaksimalkan fungsi dari masing-masing organ pada sistem pencernaannya (Saefudin & Rianti, 2015).

Organ pencernaan dapat mengalami gangguan kesehatan. Gangguan kesehatan dapat disebabkan oleh beberapa penyakit seperti berikut: 1. Diare, terjadi jika penderita mengalami buang air besar yang encer dan terjadi lebih dari empat kali sehari. Penyakit ini dapat disebabkan oleh keracunan dan makan-makanan yang kotor. 2. Konstipasi, (sembelit) yaitu penyakit susah buang air besar. Penyakit ini disebabkan oleh kebiasaan menunda buang air besar dan kurang mengonsumsi makanan berserat. 3. Mag, terjadi karena adanya produksi asam klorida yang berlebihan di lambung. Akibatnya lambung terasa perih dan mual. Sakit mag sering disebabkan oleh kebiasaan makan yang tidak teratur. 4. Radang usus buntu, penyakit ini disebabkan oleh penumpukan kotoran di usus buntu yaitu di bagian umbai cacing. Akibatnya umbai cacing menyempit disertai infeksi oleh kuman. 5. Tifus, adalah suatu penyakit peradangan pada usus. Penyakit ini dapat menular dengan cepat. Tifus juga dapat timbul akibat tidak menjaga kebersihan makanan dengan minuman dengan benar.

Itulah beberapa penyakit yang dapat menyerang organ pencernaan. Oleh karena itu, kita perlu menjaga kesehatan organ pencernaan dengan cara-cara berikut: a) Melaksanakan pola makan yang teratur. b) Makan makanan yang bergizi seimbang. c) Rajin menggosok gigi secara teratur. d) Mencuci tangan sebelum makan. e) Minum air putih dalam jumlah cukup. f) Menjaga kebersihan makanan dan alat makan. g) Makan dengan tenang dan mengunyah makanan sampai lumat. h) Mengonsumsi makanan yang mengandung banyak serat seperti buah dan sayur. i) Mencuci sayur-sayuran dan buah-buahan sebelum dimakan dan dimasak. j) Mengurangi makanan yang mengandung pengawet, pewarna, dan penyedap makanan. k) Kendalikan Stres. Saat tubuh mengalami stres, kortisol akan dihasilkan dalam jumlah yang besar. Hormon itu dapat menyebabkan gangguan pencernaan, sehingga sembelit, mual, dan diare pun bisa saja terjadi. Stres yang berlebihan juga akan membuat Anda memiliki pola makan yang buruk (Halodoc, 2019).

Daftar Pustaka

- Anisa, Arifin, Z. T., & Sukma, N. (2017). Augmented Reality : Pembelajaran Interaktif Sistem Pencernaan Manusia. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 184–189.
- Halodoc. (2019). <https://www.halodoc.com/artikel/ini-5-tips-menjaga-kesehatan-pencernaan>.
- Panjaitan, R. G. P. & T. E. S. (2017). Pengembangan Media E-Comic Bilingual Sub Materi Saluran Dan Kelenjar Pencernaan. *Unnes Science Education Journal*, 5(3), 1379–1387.
<https://doi.org/10.15294/usej.v5i3.13167>
- Ramlawati, L, H. H., Zaenab, S., & Yunus, S. R. (2017). Sistem Organ Pada Manusia. *Sumber Belajar Penunjang Pllg*, 3–12.
- Saefudin, & Rianti, Y. R. T. (2015). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Gangguan Autis Pada Anak Dengan Metode Forward Chaining. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 2(1), 25–42.
- Winarsih, B. D. (2012). Hubungan Pemberian Makanan Tambahan Usia Dini Dengan Kejadian Gangguan Sistem Pencernaan Pada Bayi Usia 0-6 Bulan di Puskesmas Bangsri I Kecamatan Bangsri Kabupaten Jepara. *Cendekia Utama*, 1(1), 25–114.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Jelita, M.Pd., lahir di Kec. Tanah Jawa Simalungun, 5 Juni 1969. Menyelesaikan Sarjana Pendidikan Kimia di Universitas Terbuka Banda Aceh Tahun 1998. Pada Tahun 2004 menyelesaikan program Magister pendidikan kimia di Universitas Negeri Malang, Jawa Timur. Selanjutnya, penulis mendapatkan tugas belajar melanjutkan pendidikan pada program doktor ilmu kimia pada Universitas Sumatera Utara (USU) di Medan dan selesai pada tahun Tahun 2019. Selama ini, penulis telah menyusun modul perkuliahan khususnya pada bidang pendidikan yaitu evaluasi pembelajaran dan perencanaan pembelajaran untuk mahasiswa yang tidak dipublikasikan. Penulis pernah menjabat sebagai ketua prodi PGRA di IAIN Langsa (2015-2016), Kepala Laboratorium FTIK IAIN Langsa (2019-2021), Kepala UPT. Perpustakaan IAIN Langsa (2021-sekarang). Selain itu, penulis sebagai Assesor BAN PAUD-PNF (2019-Sekarang). Dalam bidang penelitian, Penulis telah memiliki beberapa penelitian yang dipublikasikan di jurnal maupun diproseding terindeks scopus dan sinta. Selain itu telah menghasilkan dua bookchapter yaitu Strategi Pembelajaran Berbasis Pelajar Pancasila dan Metode Penelitian Pendidikan. Email. jelita@iainlangsa.ac.id dan Hp. 081334714132



Wiputra Cendana, B.sc., M.Pd., lahir di Bandar Lampung, 08 Desember dan menetap di Tangerang sejak tahun 2018, merupakan Dosen Pendidikan Guru Sekolah Dasar Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pelita Harapan yang mengampu mata kuliah Sains dasar, PSAP Sains

dan Teknologi, dan *Technology for Educators* bagi mahasiswa nasional dan internasional. Untuk kontak dapat menghubungi email: wiputra.cendana@uph.edu hp 085739919999.



Muhammad Habibulloh, M.Pd., lahir di Kota Onda-onda, Mojokerto, Jawa Timur, menghabiskan masa studi SD sampai SMA di kampung halaman, yaitu SDN Jagalan, SMPN 1 Mojokerto, dan SMAN 1 Puri Mojokerto. Kemudian tahun 2008 hijrah ke Surabaya melanjutkan Pendidikan S1 di Jurusan Fisika, Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Surabaya dan lulus tahun 2012. Tahun 2014 melanjutkan studi di pascasarjana, Universitas Negeri Surabaya pada Program Studi Magister Pendidikan Sains dan lulus tahun 2017. Tahun 2012 hingga 2018 aktif sebagai Dosen Luar Biasa Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya untuk matakuliah Biomekanik Olahraga, serta aktif sebagai guru Fisika dan Kimia di SMK Labschool Unesa, dan Guru Fisika di MA Amanatul Ummah Surabaya . Sejak 2018 hingga saat ini, penulis aktif sebagai dosen S1 Prodi Pendidikan IPA Universitas Islam Lamongan. Selain itu aktif menulis buku dan artiker jurnal. Tahun 2022, penulis bersiap untuk pindah homebase di Program Studi S1 Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya untuk memulai petualangan selanjutnya. Email: habibulloh@unisla.ac.id dan Hp. 085852694662



Novika Lestari, M.Pd., Lulusan sarjana pendidikan fisika Universitas Tanjungpura Pontianak tahun 2013 dan lulus magister pendidikan fisika UNY tahun 2017. Saat ini aktif sebagai dosen Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan (STKIP) Melawi. Email: novika.lestari02@gmail.com.



Darmawan Harefa, M.Pd., lahir di Pulau Nias di Botohili 16 Maret 1990, menghabiskan masa studi SD sampai SMA di Telukdalam Kabupaten Nias Selatan lalu tahun 2008 melanjutkan studi di Universitas Indra Prasta PGRI Jakarta Jurusan Pendidikan Fisika Lulus Tahun 2012. Lulusan S-2

Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 2016 di Universitas Indra Prasta PGRI Jakarta. Saat ini aktif sebagai dosen di Universitas Nias Raya sekaligus sebagai sekretaris Program Studi Pendidikan Matematika. Selain itu aktif menulis buku dan artikel jurnal. Email: darmawan90_h24@yahoo.co.id dan Hp. 0812 1802 0606



I Gusti Ayu Ngurah Kade Sukiastini, M.Pd., lahir di Dauhwaru pada 14 Juni 1988. Pada tahun 2006, dia memulai studi S-1 Pendidikan Fisika di Universitas Pendidikan Ganesha Bali. Selama kuliah dia aktif menjadi pengurus HMJ Pendidikan Fisika. Pada tahun 2010 dia berhasil menyelesaikan studinya

dan mendapat gelar S.Pd. Pada tahun yang sama, dia menjadi guru Fisika di SMA Saraswati Negara dan SMA PGRI Negara sekaligus menjadi tutor di Primagama cabang Negara. Pada tahun 2011 dia melanjutkan studi S-2 di Universitas Pendidikan Ganesha Bali mengambil jurusan pendidikan IPA, selama belajar menempuh pendidikan S-2 nya, dia mengikuti program pemerintah yang dibiayai oleh pemerintah yaitu KKT (Kuliah Kerja Tambahan) dengan mengambil jurusan teknik komputer. Pada tahun 2013 dia berhasil menyelesaikan studinya dan mendapat gelar M.Pd. Pada tahun 2013 setelah menyelesaikan studinya, dia berangkat ke Papua Wamena dan menjadi guru di SMA Kristen Wamena sekaligus dosen di STMIK Agama Wamena sampai sekarang. Pada tahun 2014, dia tercatat sebagai pengurus PHDI (Persatuan Hindu Dhama Indonesia)

Wamena dan menjadi penyuluh agama Hindu sampai sekarang. Dia juga aktif menulis dan mempublikasikan karyanya.



Dewi Handayani, M.Pd., lahir di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu pada tanggal 26 Desember 1982. Lulus S1 di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu tahun 2004. Lulus S2 di Program Studi Kimia Universitas Andalas, Sumatera Barat pada tahun 2011. Telah menyelesaikan program Doktor Pendidikan di Universitas Bengkulu tahun 2021. Saat ini adalah dosen tetap di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu sejak tahun 2005. Aktif melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Menjadi nara sumber di beberapa kegiatan ilmiah dan aktif mengikuti kegiatan seminar nasional maupun internasional sebagai peserta dan pemakalah. Pernah menjabat sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Bengkulu, sekretaris Unit Penerbitan FKIP Universitas Bengkulu dan saat ini menjadi Koordinator PPG Bidang Kimia di Universitas Bengkulu dan saat ini menjabat sebagai ketua laboratorium JPMIPA FKIP Universitas Bengkulu. Buku yang sudah terbit Kimia Bahan Makanan, Lipid menggunakan pendekatan *STEM* dan saat ini dalam proses *editing* buku Kimia Organik 1. Saat ini aktif dalam organisasi Himpunan Kimia Indonesia (HKI), dan aktif dalam berbagai kegiatan sosial dan pendidikan. Penulis dapat dihubungi melalui email: d.handayani@unib.ac.id.



Nizrina Hikmawati, S.Si., MM., dilahirkan di kota Sumenep Madura. Menyelesaikan Sarjana Sains Biologi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, kemudian Magister Manajemen di STIE Mahardhika Surabaya. Saat ini penulis menjadi Dosen di Institut Kariman Wirayudha (INKADHA) Sumenep. Beberapa buku Antologi yang pernah ditulis antara lain: Antologi Pendidikan Di Masa

Pandemi, Bunga Rampai Integrasi Keilmuan dalam menghadapi New Normal di Masa Pandemi Covid-19, Siswaku Darimu Aku Belajar, Menjadi Wanita Berdaya Guna, Setapak Surgaku, *A Bundle Stories While Staying at Home*, dan lain-lain termasuk yang sedang berada di tangan pembaca saat ini. Penulis memiliki Motto: “Tidak Ada yang Sia-Sia dengan kebaikan, baik itu melalui waktu, tenaga, harta dan pikiran. Jangan pernah sesali kebaikan walau tak terlihat balasannya. Sesungguhnya Allah Sebaik-baik Pemberi Balasan”.



Moh. Imam Sufiyanto, M.Pd., dilahirkan di kota Pamekasan, Jawa Timur Pada tanggal 30 Januari 1987, anak kedua dari tiga bersaudara, Berangkat dari bangku sekolah, ia meneruskan kuliah pada prodi Biologi, dan Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Malang (UM) pada tahun 2005.

Setelah lulus pada Strata Satu (S1), ia melanjutkan ke Strata Dua (S2) di kampus dan jurusan yang sama pada tahun 2012. Ia menjadi Dosen Tetap Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN Pamekasan) di kota Pamekasan ini pada Prodi S1 Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI), yang pada pertengahan tahun 2017 ini sudah berubah menjadi Institut Agama Islam Negeri (IAIN Madura) Pamekasan. Penulis juga bisa dihubungi melalui media sosial via surel atau email bersamabiologi@gmail.com, dan biologiyayan@gmail.com. WA 0852-3267-8786. Alamat domisili penulis: Jl Pintu Gerbang Gang VII RT 001/RW 007 No. 124 Pamekasan, Kelurahan Bugih Kecamatan Pamekasan Kota Pamekasan Jawa Timur



Abditama Srifitriani, S.Hut., M.Sc., lahir di Arga Makmur, Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu, meghabiskan masa studi hingga SMA di Arga Makmur dan mulai tahun 2003 melanjutkan pendidikan di Universitas Gadjah Mada (UGM). Lulusan S1 Fakultas Kehutanan Program Studi Konservasi Sumber Daya Hutan tahun

2008, dan Lulusan S2 Fakultas Geografi Program Studi Ilmu Lingkungan (Pengelolaan Lingkungan) tahun 2011. Saat ini aktif sebagai dosen tetap pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Prof Dr Hazairin SH, Bengkulu.

Email : abditama.srifitriani@gmail.com, HP : 085292505376

Rahmawida Putri, M.Pd., lahir di Medan, Sumatera Utara, pada tanggal 15 Agustus 1988. Anak pertama dari lima bersaudara pasangan Bapak H. Umar Khartib, M.Pd dan Ibu Hj. Lela Hayati, M.Pd. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Muhammadiyah 01 Medan dan lulus tahun 1999. Setelah lulus SD, penulis melanjutkan sekolah ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 13 Medan dan lulus tahun 2002. Kemudian dilanjutkan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Al-Ulum Medan dan lulus tahun 2005. Pendidikan berikutnya penulis tempuh di Universitas Negeri Medan mengambil Program studi Pendidikan Biologi dan lulus tahun 2010 dan Pendidikan Pascasarjana di Universitas Negeri Medan mengambil Program Studi Pendidikan Biologi dan lulus tahun 2014. Penulis sekarang bertugas sebagai Dosen Farmasi di Sekolah Tinggi Farmasi Muhammadiyah Tangerang. Penulis juga memiliki kesibukan untuk menulis artikel jurnal dan buku untuk mengisi waktu luang. Artikel jurnal penulis sudah dimuat pada jurnal nasional terakreditasi serta prosiding. Sedangkan berbentuk buku sudah di edarkan melalui google book. Penulis merupakan anak 1 dari 5 bersaudara yang memiliki keinginan untuk berkarya dalam bidang pendidikan dan kesehatan. Dari keinginan inilah penulis mengembangkan karya-karyanya untuk dapat memperluas wawasan dan memberi pengetahuan kepada masyarakat luas. Penulis dapat di hubungi melalui email : rahmawidaputri0@gmail.com, dan hp/wa. 081375021606

Devi Wahyu E, M.Pd., lahir di Mojokerto, Jawa Timur. Menghabiskan masa studi SD sampai SMA di kampung halaman kemudian pada tahun 2007 hijrah ke Surabaya melanjutkan Pendidikan di Unesa. Lulusan magister bidang Pendidikan Dasar 2014. Saat ini aktif sebagai dosen PGMI. Selain itu aktif menulis buku dan artiker jurnal. Email: devi.wahyu@unisma.ac.id.

SINOPSIS: KONSEP DASAR IPA

Konsep dasar IPA merupakan salah satu matakuliah yang terdapat pada Pendidikan Dasar. Bookchapter Konsep Dasar IPA terdiri beberapa rangkaian ilmu pengetahuan alam yang meliputi aspek kimia, biologi, dan fisika yang bertujuan untuk mengintegrasikan keilmuan sains sehingga mahasiswa mampu memahami keterkaitan bidang keilmuan IPA. Bookchapter ini memuat materi-materi dari bidang fisika, kimia dan biologi yang diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dengan memanfaatkan sumber kekayaan alam sekitar sebagai alat dan bahan alami serta sumber belajar yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum. Selain itu, Bookchapter ini memberikan gambaran kepada kita untuk dapat melestarikan lingkungan dan bersyukur atas ciptaan Tuhan yang maha Esa. Pengelolaan lingkungan membutuhkan penguasaan konsep IPA yang baik dan kesadaran mendalam dari mahasiswa dalam masyarakat sehingga adanya keselarasan antara Ilmu Pengetahuan Alam, lingkungan dan masyarakat. Bookchapter ini dapat sebagai pegangan bagi Dosen dan mahasiswa PGSD/PGMI dan pendidikan IPA sebagai sumber belajar untuk menambah wawasan keilmuan khususnya IPA dan diharapkan dapat sebagai pemberi informasi yang jelas disetiap materi dan pengembangan dalam memahami materi yang ada di pelajaran kimia, biologi, dan fisika.

