

DASAR-DASAR KIMIA

**Aisyah Rusdin
Azmalaeni Rifkah Ansyarif
Jefry Wijaya
Aliyah Fahmi
Dodi Satriawan
Hasrawati Bahar**



GET PRESS INDONESIA

DASAR-DASAR KIMIA

Penulis :

Aisyah Rusdin
Azmaeni Rifka Ansyarif
Jefry Wijaya
Aliyah Fahmi
Dodi Satriawan
Hasrawati Bahar

ISBN :

Editor : Ari Yanto M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat

Website : www.getpress.co.id

Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Januari 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Dasar-Dasar Kimia ini.

Buku ini membahas Pengenalan Kimia: Dasar-dasar dan Konsep Utama, Struktur Atom dan Sistem Periodik, Reaksi Kimia: Membangun dan Membongkar Ikatan, Keadaan Materi: Padatan, Cairan, dan Gas, Kimia Asam-Basa dan pH, Kimia Organik: Karbon dan Senyawa-senyawa Organik Dasar.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENGENALAN KIMIA	1
1.1 Pengenalan Ilmu Kimia	1
1.2 Metode Ilmiah.....	2
1.3 Sifat Materi.....	3
1.3.1 Sifat Fisis dan Perubahan Fisis	4
1.3.2 Sifat Kimia dan Perubahan Kimia.....	4
1.4 Klasifikasi Materi.....	6
1.4.1 Unsur dan Senyawa	6
1.5 Pengukuran Materi Satuan SI (Metrik).....	9
1.5.1 Massa dan Berat	11
1.5.2 Volume.....	11
1.6 Ketidakpastian dalam Pengukuran Ilmiah	12
DAFTAR PUSTAKA	13
BAB 2 STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK.....	15
2.1 Partikel Dasar Atom.....	15
2.1.1 Elektron	15
2.1.2 Proton.....	16
2.1.3 Neutron	17
2.2 Teori Perkembangan Atom	17
2.2.1 Teori Atom Dalton	17
2.2.2 Teori Atom Thomson.....	18
2.2.3 Teori Atom Rutherford.....	19
2.3 Nomor Atom, Nomor Massa dan Isotop	20
2.4 Sistem Periodik.....	21
2.4.1 Perkembangan Sistem Periodik	21
2.4.2 Penggolongan Periodik Unsur – Unsur	24
2.4.3 Sistem Periodik Unsur	25
DAFTAR PUSTAKA	28
BAB 3 REAKSI KIMIA: MEMBANGUN DAN	
MEMBONGKAR IKATAN	29
3.1 Pendahuluan.....	29

3.2 Reaksi Kimia	30
3.3 Membangun Ikatan Kimia	32
3.3.1 Membangun Ikatan Kovalen	32
3.3.2 Membangun Ikatan Ionik.....	33
3.3.3 Membangun Ikatan Logam:	34
3.4 Membongkar Ikatan Kimia	34
3.4.1 Pemecahan Ikatan Kovalen.....	34
3.4.2 Pemecahan Ikatan Ionik.....	35
3.4.3 Pemecahan Ikatan Logam	35
3.5 Reaksi Organik	35
3.5.1 Reaksi Substitusi	35
3.5.2 Reaksi Adisi	36
3.5.3 Reaksi Eliminasi.....	36
3.5.4 Reaksi Penataan Ulang.....	36
3.6 Homolisis dan Heterolisis Ikatan Kovalen.....	37
3.6.1 Heterolisis	37
3.6.2 Homolisis	38
DAFTAR PUSTAKA	40
BAB 4 KEADAAN MATERI: PADATAN,	
CAIRAN DAN GAS.....	41
4.1 Pendahuluan Tentang Materi	41
4.2 Padatan	42
4.3 Cairan	43
4.3.1 Klasifikasi dan Sifat Cairan.....	43
4.3.2 Transisi antar wujud materi.....	45
4.3.3 Perilaku Cairan Murni	46
4.3.4 Nilai Representatif Diagram Fase Parameter	47
4.3.5 Perilaku Zat Mendekati Titik Kritis dan Titik Tripel.....	48
4.4 Gas	48
4.4.1 Gambaran Kinetik Molekul.....	49
4.4.2 Besaran Numerik.....	49
4.4.3 Pemisahan Antarmolekul dan Kecepatan Rata-rata	50
4.4.4 Jalur Bebas Hambatan.....	51
4.4.5 Ukuran Dari Molekul.....	51
4.4.6 Ringkasan Besaran Numerik.....	52
4.4.7 Gas Molekul Bebas	54

4.4.8 Kontinuitas Keadaan Gas dan Cair	55
4.4.9 Perilaku dan Properti	55
4.4.10 Persamaan Gas Ideal	56
DAFTAR PUSTAKA	57
BAB 5 KIMIA ASAM-BASA DAN PH	59
5.1 Pendahuluan.....	59
5.2 Asam - Basa	59
5.3 Teori Asam - Basa.....	61
5.3.1 Teori Arrhenius.....	61
5.3.2 Teori Bronsted - Lowry.....	65
5.3.3 Teori Lewis.....	66
5.4 Derajat Keasaman (pH).....	66
DAFTAR PUSTAKA	71
BAB 6 KIMIA ORGANIK : KARBON DAN	
SENYAWA-SENYAWA ORGANIK DASAR	73
6.1 Pendahuluan.....	73
6.2 Karbon dan Senyawa-Senyawa Organik Dasar	74
6.2.1 Pengantar Karbon	74
6.2.2 Klasifikasi Senyawa-Senyawa Organik.....	77
DAFTAR PUSTAKA	94
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Perbedaan antara Perubahan Fisik dan Kimia.....	5
Gambar 2.1. Tabung Sinar Katoda	16
Gambar 2.2. Rancangan atom Thomson	19
Gambar 2.3. Rancangan percobaan Rutherford untuk mengukur hamburan partikel α oleh sepotong lembaran emas.	20
Gambar 2.4. Sistem Periodik Modern	23
Gambar 2.5. Konfigurasi elektron pada keadaan dasar	24
Gambar 2.6. Jari – jari atom untuk unsur golongan utama.....	25
Gambar 3.1. Pembuatan Nilon.....	29
Gambar 3.2. (a) Endapan Perak Kromat. (b) Gas NO ₂ pada Uang Tembaga. (c) Besi Kasa (Wol Baja) Dinyalakan dalam Atmosfer	31
Gambar 3.3. Struktur Lewis Air, Amonia dan Metana	32
Gambar 3.4. (a) Kristal natrium klorida. (b) Ion klorida yang kaya elektron berwarna merah dan miskin elektron ion natrium berwarna biru.....	33
Gambar 3.5. Teknologi Elektrolisis Air	34
Gambar 4.1. Diagram fase argon murni.....	46
Gambar 5.1. Sifat Asam	60
Gambar 5.2. Sifat Basa.....	60
Gambar 5.3. Teori Asam Basa	61
Gambar 6.1. Struktur Molekul Senyawa Karbon Berdasarkan Gugus Fungsi yang Diikat.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Beberapa Unsur yang Umum dan Lambangnya.....	6
Tabel 1.2. Unsur-Unsur Logam.....	7
Tabel 1.3. Unsur-Unsur Non Logam	8
Tabel 1.4. Unsur-Unsur Semilogam	8
Tabel 1.5. Kuantitas Dasar (Besaran Pokok).....	10
Tabel 2.1. Massa dan Muatan Partikel Subatom.....	17
Tabel 2.2. Sistem Periodik Mendeleev	21
Tabel 5.1. Contoh Asam Kuat dan Asam Lemah.....	63
Tabel 5.2. Contoh Asam Kuat dan Asam Lemah.....	64

BAB 1

PENGENALAN KIMIA

Oleh Aisyah Rusdin

1.1 Pengenalan Ilmu Kimia

Ilmu Kimia, asalnya dari bahasa Arab, yakni *al-kimia* yang artinya perubahan materil oleh ilmuwan Arab Jabir bin Hayyan. Kata

Al-Kimia artinya ilmu yang membahas rekayasa materi, yakni merubah materi ke materi lain (Simangunsong et al., 2022). Ilmu Kimia adalah ilmu yang mempelajari materi dan perubahannya. Secara umum ilmu kimia adalah ilmu percobaan serta pengetahuan didapatkan dari penelitian laboratorium. Namun, sekarang kimiawan bisa mempergunakan komputer untuuk melakukan kajian struktur mikroskopik serta sifat zat kimia ataupun mempergunakan alat elektronik yang mumpuni guna menganalisa zat polutan hasil pembuangan zat di kendaraan ataupun guna menganalisa zat yang ada racunnya yang ada di dalam tanah (Chang, 2003).

Sebagian besar penelitian pada bidang kedokteran serta biologi dengan alat yang canggih dilaksanakan pada tingkat molekul serta atom unit struktural dasar dari ilmu kimia. Kimiawan juga ikut dalam partisipasi mengembangkan obat baru serta melakukan penelitian pada bidang pertanian. Disamping itu, para kimiawan juga mencari solusi dalam mengatasi masalah lingkungan yang tercemar, juga berusaha menemukan sumber eneri yang baru. Serta kebanyakan industri, apapun produknya, memiliki dasar ilmu kimia. Contohnya, kimiawan melakukan pengembangan pada (molekul yang besar) yang dipergunakan untuk alat masak, pakaian, orga buatan serta mainan . Dan memang, sebab penerapannya yang luas, kimia sering dianggap "ilmu inti" (Chang, 2003).

Hakikat ilmu kimia ialah benda yang bisa berubah bentuk ataupun susunan dari partikel berubah bentuk yang berubah dari

susunan serta bentuk partikel asal. Awalnya, kimia ialah ilmu yang diperkembangkan sesuai dengan percobaan (induktif) kemudian kimia dikembangkan melalui teori (deduktif). Tujuan utama kimia pada dasarnya adalah menemukan jawaban atas pertanyaan apa, mengapa serta bagaimanakah gejala alam berhubungan dengan energi zat, dinamika, sifat, komposisi, perubahan serta struktur (Marliza et al., 2023).

1.2 Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah kombinasi dari pengamatan, percobaan dan teori. Metode ilmiah mulai muncul pada abad ke-17 lewat gagasan dari orang-orang seperti Robert Boyle, Francis Bacon, Isaac Newton serta Galileo. Kunci dari metode ilmiah ialah tidak ada persepsi di awal, namun melakukan pengamatan dengan cermat terhadap gejala alam. Jika suatu pengamatan telah dianggap cukup hingga mulai terlihat generalisasi, pola ataupun hukum alam bisa disimpulkan untuk menerangkan gejala itu sendiri. Hukum alam ialah pernyataan ringkas. Kebanyakan berbentuk secara sistematis, mengenai gejala alam (Petrucci et al., 2011). Menurut (Sastrohamidjojo, 2005) Secara teoritis, ilmu kimia mengalami pertumbuhan serta mengalami perkembangan secara sistematis oleh proses yang di sebut dengan metode ilmiah. Metode ilmiah mencakup:

1. Pengamatan

Pengamatan bisa secara kuantitatif, misalnya seseorang berkata langit warnanya biru, angin bertiupan sepoi-sepoi basah, di dalam suhu kamar merkuri dengan wujud cair serta lainnya. Di samping itu, juga dapat secara kuantitatif, misalnya tekanan gas dalam silinder 20 atm, suhu air 90°C, konsentrasi larutan asam sulfat 2 M, dan sebagainya. Pengamatan secara kuantitatif ini disebut pengukuran.

2. Mencari bentuk dalam pengamatan

Tahap memperoleh rumusan hukum alam serta selanjutnya dianggap dengan perumusan matematika. Contoh, Robert Boyle, mengamati bahwa keadaan tertentu volume gas berbanding terbalik dengan tekanan.

3. Perumusan Teori

Teori terdiri terhadap rangkaian asumsi yang membahas tentang sifat benda yang diteliti. Asumsi pertama biasa dinamakan dengan hipotesis. Apabila hipotesis yang dipaparkan bisa memberikan dukungan atas percobaan yang dilaksanakan, maka hasil yang didapat dinamakan teori. Pengamatan merupakan fakta yang berlangsung terus-menerus, sedangkan teori merupakan suatu interpretasi, seperti mengapa alam memiliki sifat-sifat tertentu. Perubahan maupun modifikasi teori tidak dapat terelakkan.

4. Perencanaan Percobaan untuk Menguji Teori

Teori adalah rekaan manusia. Mereka berusaha menerangkan sifat-sifat atau fenomena alam yang diamati berdasarkan pengalaman manusia. Model pada dasarnya tidak pernah sempurna hingga kita selalu terus-menerus melakukan percobaan dan berusaha memperbaharui model yang telah kita buat berdasarkan pengamatan-pengamatan baru.

1.3 Sifat Materi

Materi ialah suatu hal yang berada di ruang serta memiliki massa. Kimia ialah ilmu tentang perubahan serta materi (Chang, 2003). Setiap manusia adalah kumpulan materi. Kita sebagai manusia berada di ruang dan mendeskripsikan massa kita yang disebut dengan sifat yang berkaitan. Komposisi acuannya pada komponen sampel materi serta proporsi relatif. Air terkadang atau 2 zat yang sederhana yakni oksigen serta hidrogen yang adapada proporsisi tetap (Petrucchi et al., 2011).

Seorang kimiawan akan menyatakan yakni komposisi air ialah 11,19% hidrogen serta 88,81% oksigen dengan dasar massa. Hidrogen peroksida, yakni zat yang dipergunakan pada bahan antiseptik serta pemutih, yang meliputi oksigen serta hidrogen, namun dalam komposisi tidak sama. Hidrogen peroksida terdiri 5,93% hidrogen serta 94,07% oksigen berdasar massa (Petrucchi et al., 2011).

Sifat ialah sebuah atribut atau kualitas yang bisa diterapkan sebagai pembeda satu sampel materi dengan yang lain. Sifat materi

umumnya diklasifikasikan ke dalam dua golongan besar, sifat fisis dan sifat fisik kimia (Petrucchi et al., 2011).

1.3.1 Sifat Fisis dan Perubahan Fisis

Sifat fisis yaitu sebuah sifat dilihat sampel materi tanpa melakukan perubahan pada komposisi yang ada. Jadi, kita bisa memberikan pembeda dari tembaga padat warna coklat kemerahan dan sulfur padat warna kuning, dengan sifat fisis berbentuk warna. Seandainya sulfur hancur menjadi serbuk kuning bila ditempa. Tembaga dapat diperoleh sebagai bongkahan besar tembaga alami, dibentuk menjadi pelet, ditempa menjadi lembar tipis, atau ditarik menjadi kawat (Petrucchi et al., 2011).

Sifat fisis lain dari tembaga adalah dapat ditempa menjadi lembaran foil yang tipis. Padatan yang memiliki kemampuan ini dikatakan *mampu-tempa*. Sulfur tidak dapat ditempa. Jika kita hantam seandainya sulfur dengan palu, sulfur hancur menjadi serbuk. Sulfur disebut rapuh atau getas. Satu sifat fisis tembaga yang tidak dimiliki sulfur adalah kemampuan untuk ditarik menjadi kawat tipis. Selain itu, sifat konduktor kalor dan listrik dari sulfur lebih jauh lebih buruk dibandingkan tembaga (Petrucchi et al., 2011).

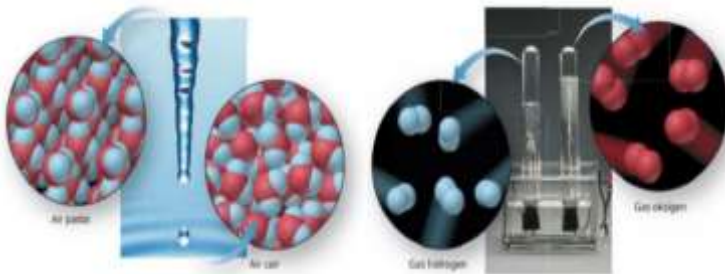
Sebuah sampel materi terkadang bisa berubah fisis. Dalam perubahan fisis ini, berbagai sifat fisis sampel bisa mengalami perubahan, namun komposisi yang ada tidak mengalami perubahan. Bila air cair membeku menjadi air padat (es), sampel ini tentu kelihatan berbeda dan dalam banyak hal memang berbeda. Namun, air tetaplah terdiri atas 11,19% hidrogen dan 88,81% oksigen berdasar massa (Petrucchi et al., 2011)

1.3.2 Sifat Kimia dan Perubahan Kimia

Pada sebuah perubahan kimia ataupun reaksi kimia, satu atau berbagai jenis materi dilakukan konversi sebagai jenis materi melalui komposisi yang tidak sama. Maka, sebagai identifikasi perubahan kimia, asalnya dari observasi perubahan komposisinya. Salah satu contoh perubahan kimia adalah pembakaran kertas. Kertas yaitu material yang kompleks, namun penyusun terpenting yaitu hidrogen, karbon, dan oksigen. Produk pembakaran utamanya mencakup dua jenis gas, satu gas yang terdiri atas karbon dan oksigen (karbon dioksida) dan gas lainnya yang terdiri atas

hidrogen dan oksigen (air sebagai uap). Kemampuan kertas sebagai terbakar ialah contohnya sifat kimia. Ini merupakan potensi sampel sebuah materi terjadi perubahan komposisi pada keadaan yang ada (Petrucci et al., 2011).

Zink bereaksi dengan larutan asam hidroklorida menghasilkan gas hidrogen dan larutan zink klorida dalam air. Reaksi ini adalah salah satu sifat kimia zink yang khas, serupa dengan ketidakmampuan emas bereaksi dengan asam hidroklorida sebagai salah satu sifat kimia emas. Natrium bereaksi tidak saja dengan asam hidroklorida, tetapi juga dengan air. Dalam beberapa sifat fisisnya, zink, emas dan natrium serupa. Misalnya, materi itu masing-masing mampu-tempa dan merupakan konduktor kuat kalor dan listrik yang baik. Namun, dalam sebagian besar sifat kimianya, zink, emas dan natrium sangatlah berbeda. Dengan mengetahui perbedaan ini, membantu kita memahami mengapa zink, yang tidak bereaksi dengan air, digunakan untuk melapisi paku, pengelasan (*flashing*) atap dan pias hujan, tetapi natrium tidak (Petrucci et al., 2011).



Gambar 1.1. Perbedaan antara Perubahan Fisik dan Kimia
(Sumber : (Hidayanti, 2021))

Gambar 1.1 menunjukkan perbedaan antara perubahan fisik dan kimia. Perubahan kimiawi terjadi ketika arus listrik menguraikan air menjadi zat yang berbeda (hidrogen dan oksigen). Partikel sebelum dan sesudah akan berubah yang artinya komposisi melakukan perubahan. Sedangkan perubahan fisik menunjukkan keadaan padat air menjadi keadaan cair. Partikel sebelum dan sesudah tetap sama artinya komposisinya sama tidak mengalami perubahan (Hidayanti, 2021).

1.4 Klasifikasi Materi

Materi dibentuk dari satuan terkecil yang disebut dengan atom. Sekarang, kita bisa melihat ada 114 jenis atom yang tidak sama dan seluruh materi dibentuk hanya dari atomnya. Masing-masing bentuk atom yang tidak sama ialah blok pembangun unsur kimia yang berbeda (Petrucci et al., 2011). Menurut (Hari, 2019) materi disekitar kita ada yang berupa zat tunggal dan campuran. Zat tunggal terdiri atas unsur dan senyawa. Campuran terdiri atas campuran homogen dan campuran heterogen.

1.4.1 Unsur dan Senyawa

Suatu zat bisa berbentuk unsur dan senyawa (Chang, 2003). Unsur yaitu sebuah zat tunggal yang tidak bisa mengalami penguraian lagi sebagai zat lainnya yang sederhana melalui reaksi kimia sederhana (Hari, 2019). Kimiawan menerapkan lambang-lambang abjad sebagai perwakilan nama unsurnya. Huruf awal lambang unsur adalah huruf besar, namun huruf kedua tidak pernah ditulis dengan huruf besar. Sebagai contoh, Co adalah lambang untuk unsur kobalt, sedangkan CO adalah rumus untuk karbon monoksida, yang tersusun atas unsur karbon dan oksigen (Chang, 2003). Tabel 1.1 menjelaskan suatu unsur yang lebih umum. Lambang untuk beberapa unsur diturunkan dari nama latinnya, misalnya Au dari *aurum* (emas), Fe dari *ferrum* (besi) dan Na dari *natrium*. Walaupun sebagian besar merupakan singkatan dari nama bahasa Inggrisnya (Chang).

Tabel 1.1. Beberapa Unsur yang Umum dan Lambangnya

Nama Unsur	Lambang	Nama Unsur	Lambang
Aluminium	Al	Krom	Cr
Arsenik	As	Kobalt	Co
Barium	Ba	Tembaga	Cu
Bromin	Br	Emas	Au
Kalsium	Ca	Hidrogen	H
Karbon	C	Besi	Fe

Sumber : (Hari, 2019)

Dalam keadaan normal, ada beberapa unsur yang berbentuk benda padat misalnya emas, tembaga, timbal dan besi. Merkuri merupakan contoh unsur yang bentuknya cair. Nitrogen dan oksigen yaitu sebuah unsur yang berbentuk gas. Lautan teridri dari garam dan air. Air disusun atas unsur oksigen dan hidrogen. Udara hampir semuanya berbentuk pencampuran nitrogen dan oksigen ditambahkan melalui sejumlah kecil berbentuk unsur lainnya. Tubuh seseorang disusun dari beberapa unsur. Mayoritas tubuh seseorang diantaranya ada air (hidrogen dan oksigen) (Hari, 2019)

Unsur-unsur yang telah dikenali berbentuk logam, non logam dan semi logam. Logam ialah sebuah unsur dengan sifat mengkilap serta biasanya menjadi penghantar listrik serta menghantarkan panas secara maksimal. Unsur logam ini biasanya berbentuk padat dalam suhu dan tekanan yang normal, kecuali raksa memiliki wujud yang cair. Biasanya, unsur logam bisa ditempa sehingga bisa terbentuk sebagai benda lainnya (Hari, 2019).

Tabel 1.2. Unsur-Unsur Logam

Nama Unsur	Lambang	Bentuk Fisik
Aluminium	Al	Padat, putih keperakan
Besi	Fe	Padat, putih keperakan
Emas	Au	Padat, putih keperakan
Kalsium	Ca	Padat, putih keperakan
Magnesium	Mg	Padat, putih keperakan
Natrium	Na	Padat, putih keperakan
Nikel	Ni	Padat, putih keperakan

(Sumber: (Hari, 2019))

Unsur non logam yaitu sebuah unsur yang tidak mempunyai sifat seperti logam. Biasanya, unsur non logam ini memiliki wujud padat dan gas dalam tekanan dan suhu yang normal (Hari, 2019).

Tabel 1.3. Unsur-Unsur Non Logam

Nama Unsur	Lambang	Bentuk Fisik
Belerang	S	Padat, kuning
Fosforus	P	Padat, putih dan merah
Helium	He	Gas, tidak berwarna
Hidrogen	H	Gas, tidak berwarna
Karbon	C	Padat, Hitam
Nitrogen	N	Gas, tidak berwarna
Oksigen	O	Gas, tidak berwarna
Silikom	Si	Padat, abu-abu

(Sumber: (Hari, 2019))

Tidak hanya unsur logam dan non logam, juga ada unsur non logam yang dinamakan nama *metalloid*. Metalloid ialah sebuah unsur dengan mempunyai sifat logam dan non logam. Unsur semilogam biasanya bersifat semikonduktor. Bahan dengan sifat semikonduktor tidak bisa menyampaikan listrik secara maksimal dalam suhu yang kecil, namun sifat hantaran listrik bisa membaik saat suhu tinggi (Hari, 2019).

Tabel 1.4. Unsur-Unsur Semilogam

Nama Unsur	Lambang	Bentuk Fisik
Silikon	Si	Padat, abu-abu mengilap
Germanium	Ge	Padat, abu-abu mengilap
Arsen	As	Padat, abu-abu mengilap
Tellurium	Te	Padat, keperakan
Polonium	Po	Padat, keperakan

(Sumber: Hari)

Umumnya, unsur yang ada pada alam tidak hanya berbentuk unsur bebas, namun digabungkan melalui unsur lainnya atau unsur satu jenis berbentuk senyawa mineral dan bijih (Hari, 2019). Senyawa ialah sebuah zat yang disusun atas atom dari suatu unsur ataupun lebih yang diikat dengan kimia melalui perbandingan yang sama. Contohnya, gas hydrogen terbakar pada gas oksigen berbentuk air, sebuah senyawa

dengan sifat yang tidak sama pada sifat unsur yang membentuknya. Air disusun dari dua bagian hydrogen dan satu oksigennya. Susunan yang ada tidak mengalami perubahan, darimanapun air berasal, apa dari danau di Amerika Serikat, dari sebangkah es di planet Mars, atau dari sungai Mahakam di Kalimantan. Tidak sama dengan campuran, senyawa hanya bisa dipisah melalui cara kimia dijadikan unsur murni (Chang, 2003). Campuran zat dapat memiliki komposisi dan sifat yang beragam di seluruh sampel dinilai menjadi larutan atau campuran homogen. Larutan ini adalah sukrosa pada air dirasa manis seragam di semua laut, namun kemanisannya lainnya dinilai tidak sama apabila proporsi gulanya tidak sama. Air biasa merupakan pencampuran homogen dari suatu gas, khususnya unsur oksigen dan nitrogen. Air laut ini merupakan larutan senyawa air, klorida, natrium, serta inang untuk senyawa yang lain. Bensin ialah campuran homogen dari beberapa lusin senyawa. Pada campuran heterogennya, contoh air dan pasir komponen dipisahkan. Maka, sifat dan komponen fisis tidaklah sama dari satu bagian dengan bagian lain. Saus selada, sebangkah semen serta dauh tumbuhan yaitu campuran heterogennya. Umumnya bisa dibedakan antara campuran homogen dan campuran heterogenya (Petrucci et al., 2011).

1.5 Pengukuran Materi Satuan SI (Metrik)

Ilmu kimia bisa disesuaikan dalam pengukuran. Misalnya, kimiawan menerapkan pengukuran sebagai pembanding sifat dari beberapa zat dan sebagai pembelajaran perubahan yang dialami pada suatu percobaan. Sejumlah alat sehari-hari bisa diterapkan untuk mengukur secara sederhana pada sifat zat: Penggaris sebagai pengukuran panjang; pipet; buret; labu dan tabung volumetrik sebagai pengukuran volume; timbangan sebagai pengukuran massa' thermometer sebagai pengukuran suhu. Alat ini bisa memberikan pengukuran pada sifat makroskopik yang bisa ditentukan langsung. Sifat ini dalam tingkatan molekul atau atom perlu dipilih melalui metode tidak langsung (Petrucci et al., 2011).

Kimia yaitu sains kuantitatif, artinya bahwa pada berbagai peristiwa kita bisa melakukan pengukuran sifat sebuah zat dan melakukan perbandingan pada standar yang memilih nilai yang dinilai sebagai sifatnya. Kita menjelaskan pengukuran sebagai hasil kali satuan (*unit*) dan bilangan (*number*). Satuan menjelaskan standar yang dibandingkan dengan kuantitas terukur (Petrucchi et al., 2011)

Tabel 1.5. Kuantitas Dasar (Besaran Pokok)

Kuantitas Fisis	Satuan	Singkatan
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	detik	S
Suhu	kelvin	K
Banyaknya zat	mol	mol
Arus listrik	ampere	A
Intensitas cahaya	Kandela	cd

(Sumber: (Hari, 2019))

Bila kita bahwa Panjang lapangan bola adalah yd, artinya bahwa panjang lapangan adalah 100 kali lebih panjang dibandingkan standar panjang yang disebut yard (yd) (Petrucchi et al., 2011). Sistem ilmiah untuk pengukuran disebut *Système Internationale d’Unites* (Sistem Internasional Satuan) dan disingkat SI. SI adalah versi modern dari sistem metrik, sebuah sistem yang didasarkan pada satuan panjang disebut meter (m). Meter semula didefinisikan sebagai jarak 1/10.000.000 dari khatulistiwa ke Kutub Utara dan diterjemahkan ke dalam panjang batang logam yang disimpan di Paris. Sayangnya, panjang ini berubah dengan suhu, dan tidak dapat terulangkan dan tidak berubah, yaitu bahwa 1 meter adalah jarak yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama 1/299.792.458 detik. Panjang adalah salah satu dari tujuh kuantitas dasar (besaran pokok) dalam sistem SI (Petrucchi et al., 2011).

Semua kuantitas fisis lainnya memiliki satuan yang dapat diturunkan dari tujuh kuantitas dasar ini. SI adalah sistem

decimal. Kuantitas-kuantitas yang berbeda dari satuan dasar sebesar pemangkatan sepuluh dinyatakan dengan menggunakan awalan. Misalnya, awalan *kilo* berarti seribu (10^3) kali dari satuan dasar; disingkat k. jadi, 1 *kilometer* = 1000 m (Petrucci et al., 2011).

Sebagian besar pengukuran dalam kimia dibuat dalam satuan SI. Kadang-kadang, kita harus mengonversi di antara sesama satuan SI, seperti ketika mengonversi kilometer ke meter. Adakalanya kita harus mengonversi pengukuran yang dinyatakan dalam satuan non-SI menjadi satuan SI, atau dari satuan SI ke satuan non-SI. Dalam kasus ini, kita dapat menggunakan suatu faktor konversi atau sederet faktor konversi dalam suatu skema yang dinamakan lintasan konversi (Petrucci et al., 2011).

1.5.1 Massa dan Berat

Massa adalah suatu ukuran yang menunjukkan kuantitas materi di dalam suatu benda. Istilah 'massa' dan 'berat' sering tertukar dalam penggunaannya. Walaupun keduanya merujuk pada besaran yang berbeda. Dalam peristilahan ilmiah, berat adalah gaya yang diberikan oleh gravitasi pada suatu. Sebuah apel yang jatuh dari pohon ditarik ke bawah oleh gravitas Bumi. Massa apel tetap dan tidak bergantung pada letaknya, tetapi beratnya bergantung pada letaknya. Sebagai contoh, di permukaan bulan berat apel adalah seperenam beratnya di Bumi, karena massa bulan yang lebih ringan. Itulah sebabnya astronot dapat melompat dengan bebas di permukaan bulan walaupun dengan mengenakan pakaian yang berat dan membawa perlengkapan yang banyak. Massa benda dapat ditentukan langsung dengan timbangan, namun anehnya kita sering menyebutnya sebagai menimbang berat. Satuan dasar SI untuk massa adalah kilogram (kg), tetapi dalam kimia lebih mudah apabila kita menggunakan satuan yang lebih kecil, gram (g) (Chang, 2003)

1.5.2 Volume

Volume adalah panjang (m) pangkat tiga, sehingga satuan turunan SI-nya adalah meter kubik (m^3). Tetapi secara umum, kimiawan bekerja dengan volume yang jauh lebih kecil, seperti kubik (cm^3) dan desimeter kubik (dm^3). Satu lagi satuan volume

bukan SI yang umum adalah liter (L). Satu liter adalah volume yang ditempati oleh satu desimeter kubik. Kimiawan umumnya menggunakan L dan mL untuk volume cairan. Satu liter sama dengan 1000 mililiter (mL) atau 1000 sentimeter kubik dan satu militer sama dengan satu sentimeter kubik (Chang, 2003)

1.6 Ketidakpastian dalam Pengukuran Ilmiah

Semua pengukuran dapat mengandung kesalahan (*error*). Sampai batas tertentu, instrumen pengukur mengandung kesalahan bawaan atau kesalahan inheren, yang disebut kesalahan sistematis. Misalnya, suatu timbangan dapur mungkin secara konsisten memberikan hasil yang 25 g terlalu tinggi atau suatu termometer yang pembacaannya 2° terlalu rendah. Keterbatasan keterampilan penelitian atau kemampuan membaca instrumen ilmiah juga menghasilkan kesalahan dan memberikan hasil yang dapat terlalu tinggi atau terlalu rendah. Kesalahan seperti ini dinamakan kesalahan acak (Petrucci et al., 2011).

Ketepatan (presisi) mengacu pada tingkat keterulangan suatu kuantitas terukur, artinya seberapa dekat kesesuaiannya bila kuantitas yang sama diukur beberapa kali. Ketepatan sederet pengukuran dikatakan tinggi jika masing-masing dari sederet pengukuran tersebut menyimpan sedikit saja dari rerata. Sebaliknya, jika ada penyimpangan besar di antara pengukuran-pengukuran itu, ketetapannya buruk (atau rendah). Kecermatan (akurasi) mengacu pada seberapa dekat suatu nilai terukur dengan nilai diterima, atau nilai aktual. Pengukuran berketepatan tinggi tidak selalu cermat, kesalahan sistematis yang tinggi dapat terjadi. (Kelompok tiga anak panah di dekat tepi sasaran dapat dianggap tepat tetapi tidak sangat cermat jika maksudnya adalah untuk memanah pusat sasaran. Memang, ilmuwan umumnya berupaya untuk mencapai ketepatan tinggi dalam pengukuran (Petrucci et al., 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. 2003. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Keitga* (Erlangga.net (ed.); Jilid 1). Penerbit Erlangga.
- Hari, B. S. 2019. *Materi dan Perubahannya* (T. Cahyani (ed.)). Penerbit Duta.
- Hidayanti, F. 2021. *Kimia Dasar: Konsep Materi*. [http://repository.unas.ac.id/3971/1/BUKU_AJAR_Kimia_Dasar - Fitria Hidayanti.pdf](http://repository.unas.ac.id/3971/1/BUKU_AJAR_Kimia_Dasar_-_Fitria_Hidayanti.pdf)
- Marliza, H., Ananta, I. G. B. T., Rusmalina, S., Malo, K. H., Meray, N. W., Khasanah, K., Astuti, N. P. W., & Pratiwi, D. 2023. *Kimia Dasar Teori Komprehensif* (Sepriano (ed.)). PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., & Madura, J. D. 2011. *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip & Aplikasi Modern* (A. Safitri (ed.); Jilid 1). Penerbit Erlangga.
- Sastrohamidjojo, H. 2005. *Kimia Dasar*. Gadjah Mada University Press.
- Simangunsong, A. D., Pd, S., & Pd, M. 2022. *Kimia Dasar I* Penerbit Cv.Eureka Media Aksara.

BAB 2

STRUKTUR ATOM DAN SISTEM PERIODIK

Oleh Azmalaeni Rifkah Ansyarif

2.1 Partikel Dasar Atom

Atom berukuran sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat bahkan dengan menggunakan mikroskop. Namun, ketika atom terkena suatu medan baik listrik, magnet, atau cahaya, sifat-sifatnya dapat dipelajari. Fenomena tersebut membuktikan bahwa atom mengandung partikel elementer yang disebut elektron, proton, dan elektron yang membentuk atom (Nata, Irawan and Tahuloula, 2007).

2.1.1 Elektron

Tabung sinar katoda, yang terbuat dari kaca dan sebagian besar udaranya telah disedot keluar, digunakan untuk menyelidiki fenomena ini. Lempeng logam bermuatan negatif yang dikenal sebagai Sinar yang tak terlihat terpancarkan melalui katoda bahkan ketika dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi. Sinar katoda ini terarah ke Anoda, suatu lempeng yang memiliki muatan positif. Di sana, sinar itu merambat menuju ujung tabung satunya setelah melalui lubang. Ketika suatu lempeng yang memiliki muatan positif menarik katoda lempeng yang bermuatan negatif menolaknya maka sinar tersebut harus memiliki muatan negatif ketika melewati permukaan yang telah memiliki lapisan secara khusus dan menciptakan efek yang sangat kuat dan memancarkan sinar yang terang. Nama partikel bermuatan negatif ini adalah elektron (Latihan, Juwita and Pd, 2017).

Sifat sinar katoda :

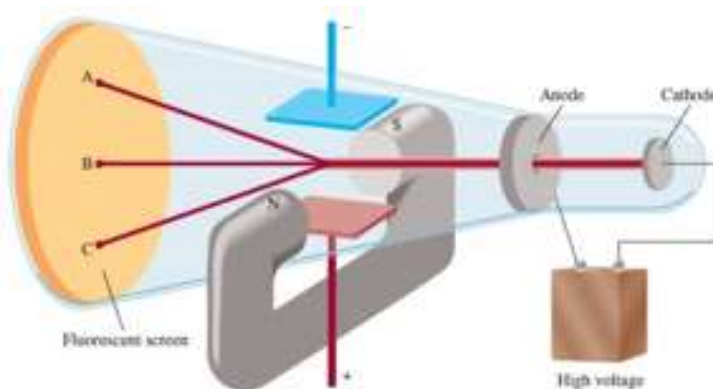
1. Sinar dari katoda dalam keadaan normal akan bergerak dengan lurus
2. Spektroskopi massa dimiliki oleh sinar ini, ternyata partikel ini mempunyai $e/m = -1,76 \times 10^8 \text{ C gram}^{-1}$

3. Muatan yang dimiliki oleh partikel ini $= -1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

4. Dari data ini massa sebuah elektron adalah :

$$\begin{aligned} \text{Massa satu elektron} &= \frac{\text{muatan}}{\text{muatan/massa}} \\ &= \frac{-1,6 \times 10^{-19} \text{C}}{-1,76 \times 10^8 \text{ g}^{-1}} \\ &= 9,11 \times 10^{-28} \text{ gram} \end{aligned}$$

5. Partikel dengan ukuran yang paling ringan dan juga kecil merupakan sifat dari sinar katoda ini.



Gambar 2.1. Tabung Sinar Katoda

2.1.2 Proton

Pada tahun 1886, Alat yang menyerupai tabung Crookes diciptakan oleh Golstein. Perangkat ini terdiri dari katoda yang ditempatkan sedikit kedalam dan memiliki lubang. Tabung diisi dengan gas hidrogen pada tekanan rendah. Arus listrik mengalir melalui tabung ini, menghasilkan dua jenis sinar. Sinar pertama bergerak dari katoda menuju anoda, sementara sinar kedua bergerak menuju katoda dan sebagian masuk ke dalam lubang atau saluran. Sinar ini juga dikenal sebagai sinar saluran (Nata, Irawan and Tahuloula, 2007).

Hasil penyelidikan terhadap sinar saluran :

1. Memiliki muatan positif
2. Gas yang dimasukkan ke dalam tabung menjadi penentu sinar positif yang dihasilkan.

- Memiliki muatan dan juga massa secara khusus. Massa elektronnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan massa sinar yang bermuatan positif.
- Gas hidrogen menghasilkan sinar yang bermuatan positif dan memiliki muatan sebesar muatan yang dimiliki elektron. Istilah ini dikenal dengan partikel Proton.

2.1.3 Neutron

Tahun 1932 partikel neutron ditemukan oleh ahli bernama James Chadwick. Percobaan yang dilakukan oleh Chadwick dengan menggunakan partikel alfa ke arah lapisan berilium yang tipis sehingga sinar radiasi yang memiliki energi tinggi keluar dari logam tersebut. Partikel yang ada pada radiasi tersebut terdiri dari partikel yang netral secara muatan dan juga memiliki massa yang lebih besar dari proton. Berdasarkan percobaan tersebut Chadwick menamakannya Neutron.

Tabel 2.1. Massa dan Muatan Partikel Subatom

Partikel	Massa (gram)	Muatan	
		Coulomb	Satuan Muatan
Elektron	$9,10939 \times 10^{-28}$	$-1,6022 \times 10^{-19}$	-1
Proton	$1,67262 \times 10^{-24}$	$+1,6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	$1,67493 \times 10^{-24}$	0	0

2.2 Teori Perkembangan Atom

2.2.1 Teori Atom Dalton

Atom, yang berasal dari kata Yunani "atomos" (a = tidak, "tomos" = dibagi), adalah partikel terkecil dari semua zat kimia. Pada tahun 1807 John Dalton mengembangkan gagasan yang disebut Teori Atom Dalton, yang berisi:

- Semua unsur memiliki ukuran, massa, dan sifat kimia yang sama, karena unsur terdiri dari partikel yang sangat kecil, yang disebut atom. Atom setiap unsur berbeda dari atom satu unsur.
- Atom-atom dari dua unsur atau lebih terdiri dari setiap senyawa; perbandingan jumlah atom dari setiap dua unsur

yang ada dalam setiap senyawa dapat merupakan bilangan bulat atau sederhana.

3. Reaksi kimia tidak menghasilkan pembentukan atau pemusnahan atom; yang terjadi hanyalah pemisahan, penggabungan, atau penyusunan ulang atom (Latihan, Juwita and Pd, 2017).

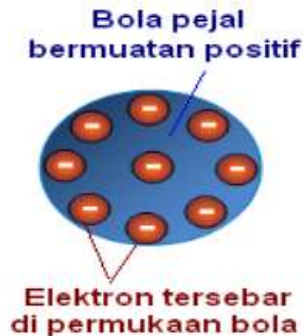
Berdasarkan (Latihan et al., 2017), dikatakan bahwa teori atom Dalton memiliki beberapa kelemahan dalam teori modern :

1. Dalton mempercayai bahwa atom tidak dapat terbagi namun terdiri dari proton, neutron, dan juga electron yang terdapat di dalam atom. Atom memiliki sifat yakni tidak dapat dihancurkan dan diciptakan. Namun kemungkinan bahwa atom dapat berubah menjadi unsur lainnya melalui reaksi yang disebut dengan reaksi nuklir.
2. Dalton mengemukakan bahwa suatu perbandingan unsur dalam senyawa adalah bilangan bulat dan sederhana. Dalton juga mengemukakan bahwa gagasan tentang isotop, yaitu atom yang sama dengan massa yang berbeda. Namun, senyawa dengan perbandingan yang tidak sederhana, seperti $C_{18}H_{35}O_2Na$, semakin banyak ditemukan saat ini.

2.2.2 Teori Atom Thomson

Teori atom berdasarkan ahli Dalton yakni atom merupakan partikel yang tidak terbagi sudah tidak diterima lagi. J.J. Thomson menawarkan model atom yang mirip dengan roti dengan kismis di atasnya pada tahun 1900. "Atom merupakan bola kecil bermuatan positif dan dipermukannya tersebar elektron bermuatan negatif," kata Thomson (Latihan et al., 2017)

Model atom ini tampak seperti roti dengan kismis di atasnya, sehingga model ini juga disebut sebagai model roti kismis. Cara sinar positif terbentuk di dalam tabung Goldstein dapat dijelaskan dengan teori atom Thomson. Sinar katoda (elektron) yang bergerak dari katoda ke anoda dengan energi yang cukup tinggi akan menabrak atom gas di dalam tabung sebagian, membuat elektron terlepas dan menghasilkan ion positif.



Gambar 2.2. Rancangan atom Thomson

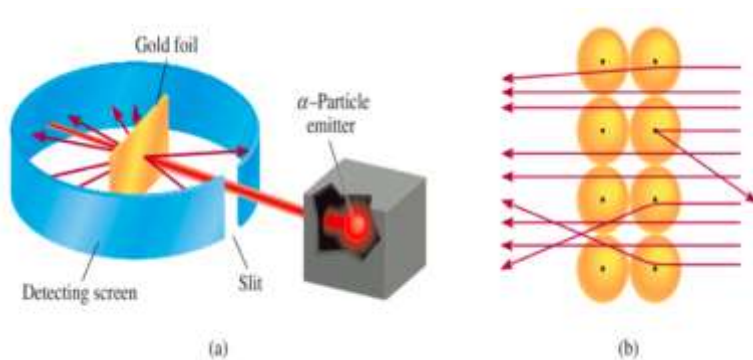
Penggunaan tegangan listrik yang tinggi pada kedua elektroda dapat menyebabkan elektron yang terbentuk tertarik ke arah anoda, sementara ion bermuatan positif mengarah ke katoda. Pengaruh lubang yang berada pada katoda sehingga sebagian ion yang bermuatan positif dapat menembus lubang tersebut dan ditangkap pada bagian belakangnya, sementara yang lainnya menempel pada katoda (Nata et al., 2007).

2.2.3 Teori Atom Rutherford

Para ahli mulai menyelidiki sifat zat radioaktif sejak ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1896. Percobaan dilakukan Ernest Rutherford dan rekannya untuk melewatkan sinar alfa (α) dalam tabung berisi gas. Ternyata sinar bergerak lurus tanpa terpengaruh oleh gas. Mereka menduga bahwa molekul gas tidak bermuatan dan oleh karena itu tidak mengubah arah sinar alfa yang bermuatan positif. Berdasarkan asumsi ini, Rutherford berpendapat bahwa karena muatan positif ada dalam atom, partikel alfa dalam padatan akan berubah arah (Latihan, Juwita and Pd, 2017).

Percobaan Geiger dan Marsden pada tahun 1909 membuktikan teori ini. Mereka menembakkan sinar alfa pada selempek platina tipis. Sinar alfa menembus, membelok, dan memantul setelah ditembakkan. Rutherford menjelaskan bahwa sinar yang menembus karena atom banyak mengandung ruang kosong. Inti adalah partikel bermuatan positif di pusat atom.

Sinar alfa akan membelok jika mendekati inti karena saling tolak. Rutherford menemukan bahwa "atom terdiri dari inti yang bermuatan positif yang merupakan terpusatnya massa" karena fakta bahwa ukuran inti atom sangat kecil dibandingkan ruang hampa. Berdasarkan gagasan ini, ia merumuskan model atom Rutherford. Terdapat elektron yang bergerak di sekitar inti dalam ruang hampa (Nata, Irawan and Tahuloula, 2007).



Gambar 2.3. Rancangan percobaan Rutherford untuk mengukur hamburan partikel α oleh sepotong lembaran emas.

Salah satu kekurangan teori Rutherford adalah ketidakmampuan untuk menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke intinya. Hukum fisika klasik menyatakan bahwa ketika elektron bergerak mengitari inti, radiasi elektromagnet akan memancarkan energi, yang menyebabkan gerakan elektron melambat. Jika gerakan elektron melambat, lintasannya akan berubah menjadi spiral dan akhirnya jatuh ke inti atom (Latihan, Juwita and Pd, 2017).

2.3 Nomor Atom, Nomor Massa dan Isotop

Jumlah proton dan neutron yang terkandung dalam setiap atom memungkinkan identifikasi mereka. Nomor atom dan nomor massa suatu unsur disebut nomor massa (A). Nomor atom setiap unsur disebut nomor atom (Z).

Contohnya, nomor atom nitrogen (N) adalah 7 sehingga setiap atom nitrogen (N) adalah netral dengan 7 proton dan 7 elektron.

Jumlah proton dan neutron dalam inti setiap atom disebut nomor massa (A). Nomor massa dan nomor atom suatu unsur dapat digambarkan seperti berikut:



Keterangan :
 Nomor massa (A) = Jumlah proton (Z) + Jumlah neutron (n)
 Nomor atom (Z) = Jumlah proton
 Dengan catatan, untuk atom netral maka proton = elektron.

2.4 Sistem Periodik

2.4.1 Perkembangan Sistem Periodik

1. Sistem Periodik Mendelev

Tabel periodik dibuat oleh ahli kimia Rusia Dmitri Mendelev dan ahli kimia lainnya Lothar Meyer berdasarkan kenaikan massa atom. Mendelev menggunakan metode untuk membuat kartu yang berisi atom dan sifat kimianya berdasarkan kenaikan massa atom dan sifat kimianya. Dia membagi atom menjadi 8 golongan dan 12 periode, sehingga unsur dalam satu golongan memiliki sifat yang mirip dan dalam satu periode disusun berdasarkan kenaikan massa atomnya (Cruickshank, Chang and Chang, 2008).

Tabel 2.2. Sistem Periodik Mendelev

	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	Gol VII	Gol VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9,4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27,3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35,5	
4	K 39	Ca 40	44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	Cu 63	Zn 65	68	72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	?Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	100	Ru 104, Rh 104 Pd 105, Ag 100
7	Ag	Cd	Ln	Sn	Sb	Te	I 127	

	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	Gol VII	Gol VIII
	108	412	113	118	122	128		
8	Cs 133	Ba 137	?Di 138	?Ce 140	-	-	-	- - - -
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	?Er 178	?La 180	Ta 182	W 184	-	Os 195, Ir 197 Pt 198, Au 199
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	-		
12	-	-	-	Th 231	-	U 240	-	

Untuk menentukan kemiripan sifat, beberapa ruang kosong dipenuhi. Salah satu contohnya adalah unsur Ti (Atom Relatif = 48) di golongan 4 dan unsur kosong di golongan 3, yang menunjukkan bahwa Ti memiliki kemiripan dengan karbon (C) dan Silikon (Si) dibandingkan dengan unsur Boron (B) dan Aluminium (Al). Beberapa keuntungan sistem periodik Mendeleev adalah bahwa unsur dalam golongan yang sama memiliki sifat fisikokimia yang sama dan berubah dengan teratur; unsur dan golongannya memiliki valensi tertinggi yang sama; dan unsur yang belum ditemukan juga sudah diramalkan, sehingga Namun, kelemahan unsur ini adalah unsur dengan massa lebih besar tetap ada dan berada di belakang unsur dengan massa lebih kecil (Cruickshank, Chang and Chang, 2008).

2. Sistem Periodik Mendeleev versi Modern

Moseley (1915), yang membuat penemuan nomor atom, memperbaiki susunan sistem periodik Mendeleev. Sistem periodik versi modern ditentukan berdasar pada kenaikan nomor atomnya selain itu juga dilihat adanya kesamaan pada sifat unsurnya. Sistem Moseley membagi unsur menjadi 8 golongan dan 7 periode. Golongan pendek adalah golongan 1, 2, dan 3 dan periode panjang adalah golongan 4, 5, 6, dan 7. Selain itu, ada Lantanida dan Aktinida.

3. Sistem Periodik Modern

Tabel terpenting dalam kimia dan sangat penting untuk kemajuan sains material, sistem periodik unsur (SPU) mencakup pembahasan materi yang memiliki ukuran kecil (Hendriyana *et al.*, 2013).

Sistem periodik modern saat ini digunakan. Aturan aufbau digunakan untuk menyusun sistem periodik ini berdasarkan kenaikan nomor atom. subkulit s, p, d, dan f adalah subkulit atom yang lokasinya ditentukan pada orbital yang terisi paling akhir, sehingga ada empat jenis orbital.

subkulit s yakni unsur terluarnya terisi orbital s. Dalam susunan blok ini terdiri dari golongan I A dan II A; subkulit p adalah unsur yang elektron terluarnya terisi orbital p. Golongan yang masuk ke dalam blok ini adalah golongan 3A – golongan 8A; Blok d adalah unsur yang elektron terluarnya terisi orbital d. Dalam susunannya, golongan yang termasuk dalam blok ini adalah golongan transisi IB – VIIB dan VIIIB; Blok f adalah unsur yang elektron terluarnya terisi orbital f. Dalam susunannya, golongan yang termasuk dalam blok ini adalah golongan Lantanida dan Aktinida (Cruickshank, Chang and Chang, 2008).

The image displays a standard periodic table of elements, color-coded to represent different subshells. The s-block is pink (Groups 1 and 2), the p-block is blue (Groups 13-18), the d-block is green (Groups 3-10), and the f-block is yellow (Lanthanides and Actinides). The table includes element symbols, atomic numbers, and names. The title 'Periodic Table of the Elements' is centered at the top. The f-block is shown as two separate rows below the main table, labeled 'Lanthanides' and 'Actinides'.

Gambar 2.4. Sistem Periodik Modern

2.4.2 Penggolongan Periodik Unsur – Unsur

Unsur utama, gas mulia, lantanida, aktinida, dan unsur transisi (logam transisi) diklasifikasikan menurut jenis subkulit yang terisi. Untuk golongan IA hingga VIIA, subkulit unsur s dan p memiliki kuantum utama tertinggi yang belum terisi penuh, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. Pengecualian untuk Helium pada gas mulia, unsur lain pada gas mulia (golongan VIII A) memiliki konfigurasi elektron $ns^2 np^6$ sedangkan untuk Helium memiliki konfigurasi elektron ns^2 . Logam transisi terisi oleh unsur – unsur dalam golongan 1B dan 3B hingga 8B yang memiliki konfigurasi elektron pada subkulit d yang tidak terisi penuh. Golongan lantanida dan aktinida disebut unsur transisi blok f karena kedua golongan ini memiliki sub kulit f yang tidak terisi penuh.

1																	18																																																																
1A																	8A																																																																
1 H 1s ¹	2 He 1s ²																	13 Al 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	14 Si 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	15 P 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	16 S 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	17 Cl 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	18 Ar 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶																																																										
3 Li 1s ² 2s ¹	4 Be 1s ² 2s ²																	19 K 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹	20 Ca 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²																	21 Sc 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹	22 Ti 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ²	23 V 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ³	24 Cr 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ⁵	25 Mn 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁵	26 Fe 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁶	27 Co 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁷	28 Ni 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁸	29 Cu 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ¹⁰	30 Zn 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰																	31 Ga 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹	32 Ge 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ²	33 As 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³	34 Se 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴	35 Br 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	36 Kr 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶														
37 Rb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹	38 Sr 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ²	39 Y 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹	40 Zr 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ²	41 Nb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹ 4d ⁴	42 Mo 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹ 4d ⁵	43 Tc 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ⁵	44 Ru 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹ 4d ⁶	45 Rh 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹ 4d ⁷	46 Pd 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ⁰ 4d ¹⁰	47 Ag 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ¹ 4d ¹⁰	48 Cd 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰	49 In 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹	50 Sn 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ²	51 Sb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³	52 Te 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁴	53 I 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁵	54 Xe 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶																	55 Cs 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ¹	56 Ba 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ²	57 La 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹	58 Ce 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ¹	59 Pr 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ²	60 Nd 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ³	61 Pm 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁴	62 Sm 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁵	63 Eu 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁶	64 Gd 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁷	65 Tb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁷ 5d ¹	66 Dy 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁹	67 Ho 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ⁹ 5d ¹	68 Er 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁰	69 Tm 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁰ 5d ¹	70 Yb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁴	71 Lu 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹																	72 Hf 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ² 4f ¹⁴	73 Ta 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ³ 4f ¹⁴	74 W 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ⁴ 4f ¹⁴	75 Re 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ⁵ 4f ¹⁴	76 Os 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ⁶ 4f ¹⁴	77 Ir 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ⁷ 4f ¹⁴	78 Pt 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ¹ 5d ⁹ 4f ¹⁴	79 Au 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ¹ 5d ⁹ 4f ¹⁴	80 Hg 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 4f ¹⁴	81 Tl 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ¹ 4f ¹⁴	82 Pb 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ² 4f ¹⁴	83 Bi 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ³ 4f ¹⁴	84 Po 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁴ 4f ¹⁴	85 At 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁵ 4f ¹⁴	86 Rn 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶ 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶ 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁶ 4f ¹⁴

Gambar 2.5. Konfigurasi elektron pada keadaan dasar

Logam memiliki tiga sifat: logam, non-logam, dan metalloid. Unsur-unsur yang termasuk ke dalam logam adalah unsur-unsur blok s, kecuali hidrogen (H), blok d, blok f, dan blok p, yang terletak pada bagian kiri bawah. Unsur-unsur yang termasuk ke dalam nonlogam adalah udnsur-unsur blok p, yang terletak pada bagian kanan atas. Unsur-unsur seperti B, Al, Si, Ge, As, Sb, dan Te termasuk dalam kategori metalloid (Cruickshank, Chang and Chang, 2008).

Konfigurasi elektron adalah dasar dari sistem periodik modern. Jika Anda mengetahui nomor atom suatu unsur, Anda

dapat menemukan letak unsur dalam sistem periodiknya dengan menggunakan nomor atomnya. Selain itu, Anda dapat mengetahui jumlah elektron kulit terluar dan elektron valensi berdasarkan konfigurasi elektron (Syukri S, 1999).

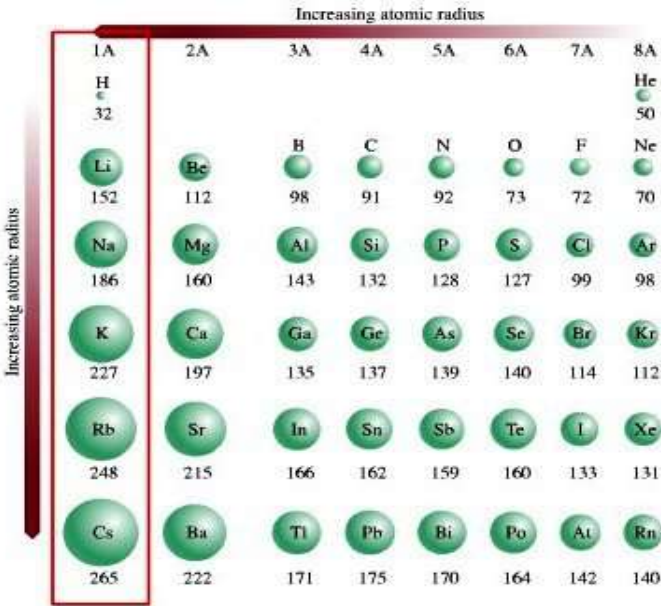
Jika elektron pada berakhir pada subkulit s atau p maka unsur tersebut termasuk ke dalam golongan utama atau golongan A.

2.4.3 Sistem Periodik Unsur

Sifat – sifat periodik unsur terdiri dari beberapa sifat yakni sebagai berikut :

1. Jari – Jari Atom

Besaran jari – jari atom dapat diketahui dengan melihat jarak antara inti dari atom dan kulit terluarnya. Pada golongan, besarnya akan semakin kecil Ketika semakin ke atas karena jumlah kulit elektron semakin kecil. Pada saat yang sama, nilainya juga akan cenderung semakin kecil ketika semakin ke kanan karena nilai elektron akan semakin banyak begitupun dengan nilai proton sedangkan akan semakin pendek jarak antara inti dari atom dan kulit terluarnya (Yusuf and Si, 2018).



Gambar 2.6. Jari – jari atom untuk unsur golongan utama

2. Afinitas Elektron

Adalah adanya energi yang lepas dalam bentuk gas oleh suatu atom pada saat menangkap suatu elektron dan membentuk ion yang bermuatan negatif. Harga afinitas elektron ditunjukkan dengan tanda minus karena energi yang dilepaskan.

Proses penyerapan elektron melibatkan pelepasan energi dan afinitas elektron dinyatakan dengan tanda negatif jika ion negatif yang terbentuk bersifat stabil. Sebaliknya, jika ion dinyatakan dalam muatan positif maka menandakan ion bermuatan negatif terbentuk dengan keadaan tidak stabil (Yusuf and Si, 2018).

Pada satu golongan, dari atas ke bawah, jari-jari atom semakin besar, sehingga gaya tarik inti terhadap elektron semakin kecil, sehingga atom semakin sulit menarik elektron dari luar, sehingga afinitas elektron semakin kecil. Dalam satu golongan, dari kiri ke kanan, afinitas elektron meningkat, dan dalam satu golongan, dari atas ke bawah, afinitas elektron menurun.

3. Energi Ionisasi

Adalah energi yang lepas dalam bentuk gas pada keadaan dasar. Elektron akan semakin sulit dilepaskan Ketika nilai energi ionisasinya juga besar.

Energi ionisasi unsur meningkat dari kiri ke kanan untuk unsur dalam satu periode; sebaliknya, untuk satu golongan, energi ionisasi meningkat dari bawah ke atas. Energi ionisasi meningkat jika ada jarak antara unsur makan daya tarik dan energi ionisasi meningkat. Sebaliknya, jika jarak dari tarik meningkat, energi ionisasi juga meningkat.

4. Keelektronegatifan

Adalah kapasitas suatu unsur dalam menarik elektron dari unsur yang lainnya. Terdapat dua faktor yang dapat mempengaruhi keelektronegatifan yakni ukuran dari jari-jari atom dan juga kekuatan daya Tarik inti terhadap elektron.

Nilainya bersifat relatif

1. Unsur-unsur yang tergolong dalam satu golongan dengan kecenderungan keelektronegatifan semakin ke atas semakin besar, karena gaya tarik-menarik inti makin kuat.
2. Unsur-unsur yang seperiode : keelektronegatifan makin ke kiri makin kecil.

Harga keelektronegatifan yang tinggi menunjukkan kecenderungan unsur yang bersangkutan untuk menerima elektron dan menghasilkan bilangan oksidasi negatif, sedangkan harga keelektronegatifan yang rendah menunjukkan kecenderungan unsur tersebut untuk melepaskan elektron dan menghasilkan bilangan oksidasi positif. Jumlah elektron valensi setiap atom menentukan jumlah atom yang diikat.

Latihan soal

1. Tentukan golongan dan periode unsur yang bernomor atom:
a. 12 b. 27 c. 34 d. 59
2. Tentukan urutan unsur di bawah ini berdasarkan kenaikan afinitas elektron :
a. Na, Al, Mg b. S, O, Se

DAFTAR PUSTAKA

- Cruickshank, Brandon., Chang, Raymond. and Chang, Raymond. 2008. *Problem-solving workbook to accompany General chemistry, the essential concepts, fifth edition, Raymond Chang*. McGraw-Hill Higher Education.
- Hendriyana, A. *et al.* 2013. *JISE 2 (1) (2013) PENGEMBANGAN SOFTWARE PEMBELAJARAN MANDIRI (SPM) MATERI SISTEM PERIODIK UNSUR DAN STRUKTUR ATOM*. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise>.
- Latihan, T.&, Juwita, R. and Pd, M. 2017. *KIMIA DASAR SEKOLAH TINGGI KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN (STKIP) PGRI SUMATERA BARAT*. Padang.
- Nata, I.F., Irawan, C. and Tahuloula, A. 2007. *Buku-Ajar-Kimia-Dasar-FT-ULM-2007*.
- Syukri S. 1999. *Kimia Dasar*.
- Yusuf, Y. and Si, M. 2018. *Disusun oleh : Penerbit EduCenter Indonesia*.

BAB 3

REAKSI KIMIA: MEMBANGUN DAN MEMBONGKAR IKATAN

Oleh Jefry Wijaya

3.1 Pendahuluan



Gambar 3.1. Pembuatan Nilon
(Sumber : Solomons, 2011)

Bagi yang belum tahu, reaksi kimia pasti tampak seperti sebuah "keajaiban". Seorang ahli kimia memasukkan satu atau dua reagen ke dalam labu, tunggu beberapa saat, lalu menghasilkan senyawa yang benar-benar berbeda. Seperti seorang pesulap yang memasukkan apel dan jeruk ke dalam topi, mengocoknya, lalu mencabut kelinci. Kita melihat contoh nyata dari sebuah "keajaiban" semacam ini pada gambar di atas, dimana seorang siswa

diperlihatkan menarik seutas nilon padat dari labu yang berisi dua larutan yang tidak dapat bercampur. Sintesis nilon bukanlah sihir tetapi sungguh luar biasa dan menakjubkan, dan reaksi seperti itu telah mengubah dunia kita.

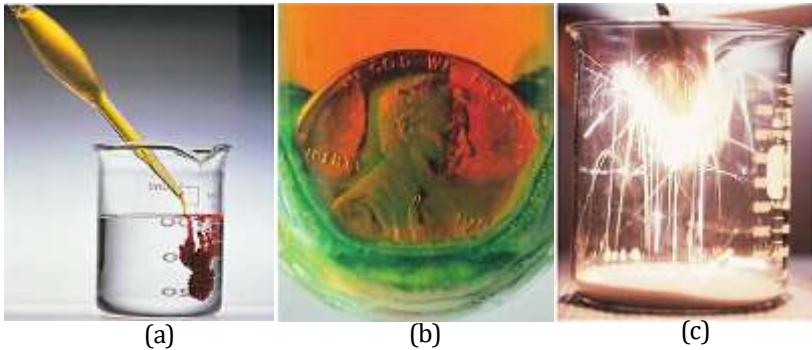
Salah satu tujuan dalam bab ini adalah mencoba memahami bagaimana keajaiban kimia terjadi. Bab ini akan menjelaskan bagaimana produk reaksi terbentuk. Beberapa penjelasan lanjutan akan berbentuk mekanisme reaksi: deskripsi peristiwa yang terjadi pada tingkat molekuler dari reaktan hingga terbentuknya produk. Pada umumnya, reaksi berlangsung lebih dari satu langkah, kita akan menemukan senyawa antara, yang disebut sebagai *intermediates*.

Dengan mendalilkan suatu mekanisme reaksi, kita mungkin akan menghilangkan sebagian “keajaiban” dari reaksi tersebut dan kita akan mengedepankan rasionalitas. Mekanisme reaksi harus konsisten dengan reaksi dan reaktivitas dari senyawa-senyawa kimia (Solomons, 2011).

Membangun dan membongkar ikatan kimia merujuk pada proses pembentukan dan pemutusan ikatan antara atom atau molekul. Ini melibatkan perubahan dalam struktur kimia suatu zat. Sebelum membahas mengenai beberapa reaksi kimia yang melibatkan pembentukan dan pemutusan ikatan sebelumnya kita akan mempelajari definisi reaksi kimia serta bagaimana suatu atom atau molekul membangun dan memutuskan ikatan.

3.2 Reaksi Kimia

Reaksi kimia adalah suatu proses dimana satu set senyawa disebut reaktan diubah menjadi sekumpulan senyawa baru yang disebut produk. Dengan kata lain, reaksi kimia adalah proses terjadinya perubahan kimia. Namun, dalam banyak kasus, tidak terjadi perubahan fisik apa-apa jika suatu zat dicampur; setiap senyawa mempertahankan komposisi dan sifat aslinya. Beberapa bukti menandakan bahwa reaksi berlangsung dapat diamati dari penampilan fisik: perubahan warna, pembentukan padatan (endapan) dalam larutan bening, perubahan gas, perubahan atau penyerapan panas (Petrucci, dkk., 2011).



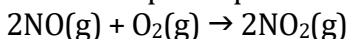
Gambar 3.2. (a) Endapan Perak Kromat. (b) Gas NO_2 pada Uang Tembaga. (c) Besi Kasa (Wol Baja) Dinyalakan dalam Atmosfer
(Sumber : Petrucci, dkk., 2011)

Gambar diatas menunjukkan terjadinya suatu reaksi dengan tampilan fisik yang berbeda-beda. Pada gambar 3.2 (a) ketika larutan berair dari perak nitrat dan kalium kromat dicampur, warna kuning yang khas pada ion kromat menghilang dan menghasilkan padatan warna merah kecoklatan perak kromat. (b) Ketika satu sen tembaga bereaksi dengan asam nitrat, menghasilkan perubahan gas NO_2 merah-coklat. Sedangkan gambar (c) Pelepasan panas: Saat besi kasa (wol baja) dinyalakan dalam atmosfer, menghasilkan perubahan panas dan cahaya memberikan bukti fisik bahwa suatu reaksi kimia berlangsung.

Meskipun pengamatan seperti ini biasanya menandakan bahwa suatu reaksi telah terjadi, bukti konklusif masih memerlukan analisis kimia secara rinci dari campuran reaksi untuk mengidentifikasi semua zat yang ada. Selain itu, analisis kimia dapat mengungkapkan bahwa reaksi kimia telah terjadi meskipun tidak ada dari tanda-tanda fisik yang jelas.

Seperti halnya adanya simbol untuk lambang unsur dan rumus senyawa, atau singkatan, untuk merepresentasikan reaksi kimia disebut sebagai **persamaan kimia**. Dalam persamaan kimia, reaktan ditulis di sisi kiri persamaan dan produk ditulis di sebelah kanan. Kedua ruas persamaan tersebut dihubungkan dengan tanda panah ($\rightarrow$). Kita membacanya reaktan menghasilkan produk.

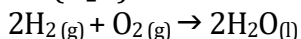
Perhatikan reaksi gas nitrogen monoksida dan oksigen yang tidak berwarna untuk membentuk gas nitrogen dioksida berwarna merah-coklat, suatu reaksi yang terjadi pada pembuatan asam nitrit. Gas nitrogen monoksida dan gas oksigen merupakan reaktan sedangkan gas asam nitrit merupakan produk.



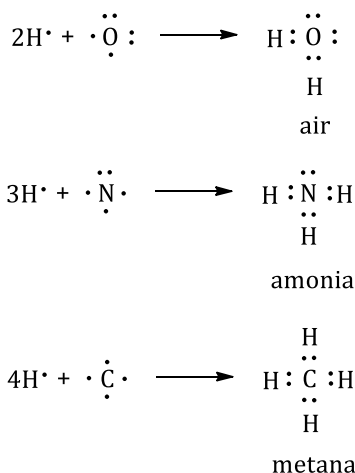
3.3 Membangun Ikatan Kimia

3.3.1 Membangun Ikatan Kovalen

Ikatan yang terbentuk ketika dua atom menggunakan secara bersama-sama sepasang elektron. Ikatan ini terjadi pada pembentukan molekul air (H_2O) atau metana (CH_4).



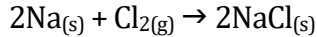
Dalam reaksi ini, dua molekul hidrogen (H_2) dan satu molekul oksigen (O_2) bereaksi membentuk dua molekul air (H_2O). Karena oksigen memiliki enam elektron valensi, ia perlu membentuk dua ikatan kovalen untuk dapat membentuk delapan elektron valensi. Nitrogen, dengan lima elektron valensi, harus membentuk tiga ikatan kovalen, dan karbon, dengan empat elektron valensi, harus membentuk empat ikatan kovalen untuk kestabilan. Perhatikan bahwa semua atom dalam air, amonia, dan metana telah terisi kulit terluar (Bruice, 2003).



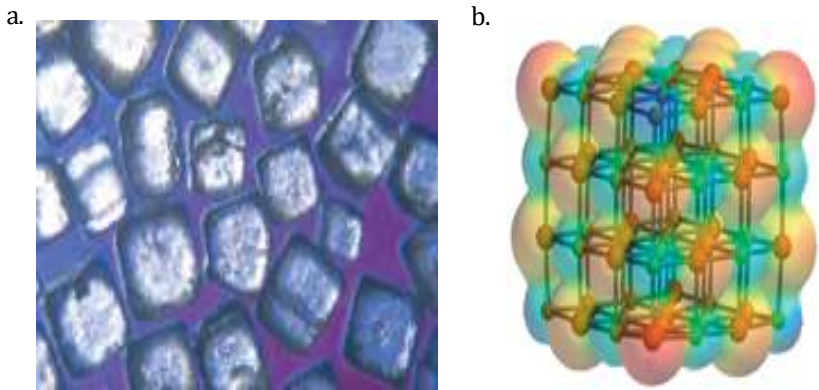
Gambar 3.3. Struktur Lewis Air, Amonia dan Metana
(Sumber : Bruice, 2003)

3.3.2 Membangun Ikatan Ionik

Ikatan yang terbentuk ketika salah satu atom menyerahkan satu elektron kepada atom lain. Ikatan ini terjadi pada pembentukan senyawa ionik seperti natrium klorida (NaCl) melibatkan ikatan ionik.



Karena natrium mudah melepaskan elektron dan klor mudah memperoleh elektron, ketika logam natrium (Na) dan gas klor (Cl_2) dicampur, setiap atom natrium mentransfer elektron kepada atom klor, dan menghasilkan kristal natrium klorida (garam meja). Ion natrium yang bermuatan positif dan ion klorida yang bermuatan negatif adalah spesies independen disatukan oleh daya tarik muatan yang berlawanan (Gambar 3.4). Ikatan adalah gaya tarik menarik antara dua atom. Kekuatan tarik-menarik antar lawan muatan disebut tarikan elektrostatik. Ikatan yang hanya merupakan hasil elektrostatik disebut ikatan ionik. Jadi, ikatan ionik terbentuk ketika ada transfer elektron, menyebabkan satu atom menjadi ion bermuatan positif dan lainnya menjadi ion bermuatan negatif (Bruice, 2003).



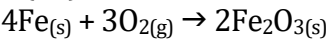
Gambar 3.4. (a) Kristal natrium klorida. (b) Ion klorida yang kaya elektron berwarna merah dan miskin elektron ion natrium berwarna biru. Setiap klorida ion dikelilingi oleh enam natrium ion, dan setiap ion natrium adalah dikelilingi oleh enam ion klorida.

(Sumber : Bruice, 2003)

Natrium klorida adalah contoh senyawa ionik. Senyawa ionik terbentuk ketika suatu unsur di sisi kiri tabel periodik (unsur elektropositif) mentransfer satu atau lebih elektron ke suatu unsur di sisi kanan tabel periodik (elemen elektronegatif).

3.3.3 Membangun Ikatan Logam:

Ikatan yang terbentuk antara atom logam yang berbagi awan elektron. Ikatan ini terjadi pada pembentukan logam seperti besi (Fe) atau tembaga (Cu).

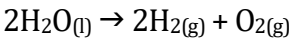


Dalam reaksi ini, besi (Fe) bereaksi dengan oksigen (O₂) membentuk senyawa besi (III) oksida (Fe₂O₃), yang memiliki struktur ikatan logam.

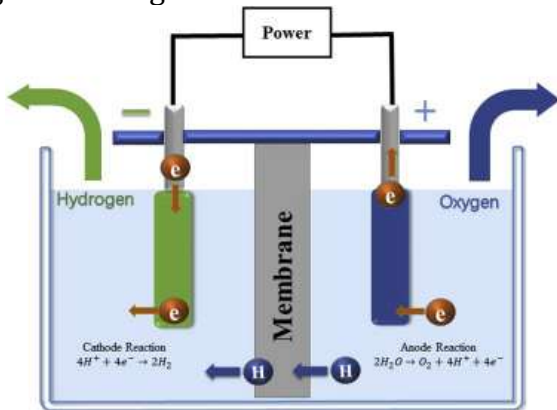
3.4 Membongkar Ikatan Kimia

3.4.1 Pemecahan Ikatan Kovalen

Pemutusan ikatan terjadi melalui reaksi kimia yang memisahkan pasangan elektron oleh atom. Contohnya adalah reaksi pemecahan air menjadi hidrogen dan oksigen.



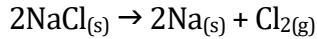
Melalui proses elektrolisis, molekul air (H₂O) dapat dipisahkan menjadi dua molekul hidrogen gas (H₂) dan satu molekul oksigen gas (O₂), melepaskan ikatan kovalen di antara atom hidrogen dan oksigen.



Gambar 3.5. Teknologi Elektrolisis Air
(Sumber : Zhao, 2021)

3.4.2 Pemecahan Ikatan Ionik

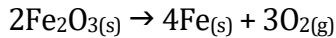
Pemutusan ikatan terjadi melalui reaksi kimia yang memisahkan ion positif dan negatif. Misalnya, reaksi pemisahan natrium klorida menjadi natrium dan klorin.



Dalam kondisi tertentu, natrium klorida (NaCl) dapat diuraikan menjadi natrium (Na) dan gas klorin (Cl_2) melalui proses elektrolisis, memutuskan ikatan ionik di antara ion Na^+ dan Cl^- .

3.4.3 Pemecahan Ikatan Logam

Pemutusan ikatan terjadi melalui proses seperti peleburan logam. Saat suatu logam dilelehkan, ikatan logamnya terganggu dan logam menjadi cair.



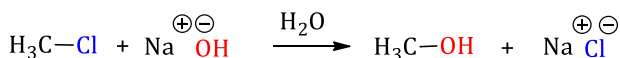
Penting untuk dicatat bahwa proses membentuk dan memutuskan ikatan kimia umumnya melibatkan energi dan kondisi tertentu, seperti suhu dan tekanan, dapat memengaruhi apakah suatu reaksi akan lebih cenderung membentuk atau memutuskan ikatan kimia. Pembentukan ikatan biasanya melepaskan energi (reaksi eksoterm), sementara pemutusan ikatan memerlukan energi (reaksi endoterm). Contoh-contoh di atas adalah gambaran umum dan sederhana. Dalam dunia kimia, terdapat banyak reaksi dan jenis ikatan yang berbeda, serta faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas ikatan kimia. Berikut ini kita akan mempelajari beberapa reaksi kimia yang melibatkan pembentukan dan pemutusan ikatan.

3.5 Reaksi Organik

Hampir semua reaksi organik terbagi dalam salah satu dari empat kategori: substitusi, adisi, eliminasi, atau penataan ulang.

3.5.1 Reaksi Substitusi

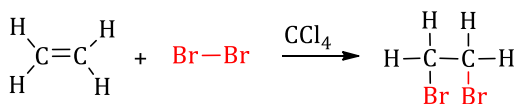
Reaksi substitusi adalah reaksi yang khas pada senyawa jenuh seperti alkena dan alkil halida dan senyawa aromatik (meskipun tidak jenuh). Dalam reaksi substitusi, satu substituen menggantikan substituen yang lain. Misalnya, klorometana bereaksi dengan natrium hidroksida menghasilkan metil alkohol dan natrium klorida.



Dalam reaksi ini ion hidroksida dari natrium hidroksida menggantikan klorin dari metilklorida.

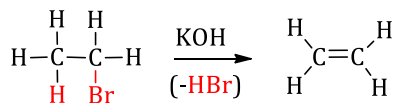
3.5.2 Reaksi Adisi

Reaksi adisi merupakan reaksi yang khas pada senyawa yang mempunyai ikatan rangkap. Misalnya etena bereaksi dengan brom dalam reaksi adisi. Dalam reaksi adisi, reaktan memiliki ikatan rangkap sedangkan produk akan menghasilkan ikatan tunggal atau rangkap tergantung dari reaktan yang bereaksi. Selain itu, dalam reaksi adisi semua bagian dari reagen muncul di dalam produk; dua molekul menjadi satu:



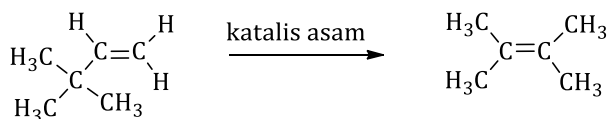
3.5.3 Reaksi Eliminasi

Reaksi eliminasi adalah kebalikan dari reaksi adisi. Dalam reaksi eliminasi, reaktan akan menghasilkan produk senyawa yang memiliki ikatan rangkap dua dan/atau rangkap tiga. Misalnya, reaksi dehidrohalogenasi, suatu reaksi yang digunakan untuk membuat alkena. Dalam dehidrohalogenasi, seperti namanya, unsur-unsur asam halida adalah dihilangkan. Alkil halida akan menjadi suatu alkena:



3.5.4 Reaksi Penataan Ulang

Dalam reaksi penataan ulang, suatu molekul mengalami penataan ulang bagian-bagian penyusunnya. Misalnya, memanaskan alkena berikut dengan asam kuat menyebabkan terbentuknya isomer alkena lain:



Pada reaksi penataan ulang ini tidak hanya terdapat posisi ikatan rangkap dan atom hidrogen berubah, tetapi gugus metil telah berpindah dari satu karbon ke karbon lainnya.

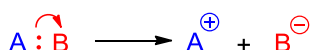
Pada bagian berikut kita akan mempelajari beberapa prinsip yang menjelaskan cara reaksi seperti ini terjadi (Solomons, 2011).

3.6 Homolisis dan Heterolisis Ikatan Kovalen

Reaksi senyawa organik selalu melibatkan pembentukan dan pemutusan ikatan kovalen. Ikatan kovalen dapat putus dalam dua cara yang berbeda secara mendasar.

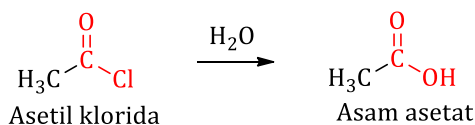
3.6.1 Heterolisis

Ketika suatu ikatan putus sedemikian rupa sehingga salah satu fragmennya mengambil kedua elektron ikatan tersebut, meninggalkan fragmen lainnya dengan orbital kosong, pembelahan seperti ini disebut heterolisis (Yunani: *hetero*, berbeda, + *lysis*, melepaskan atau pembelahan). Heterolisis menghasilkan fragmen atau ion-ion bermuatan dan disebut reaksi ionik (Clayden, 2001; Solomons, 2011).

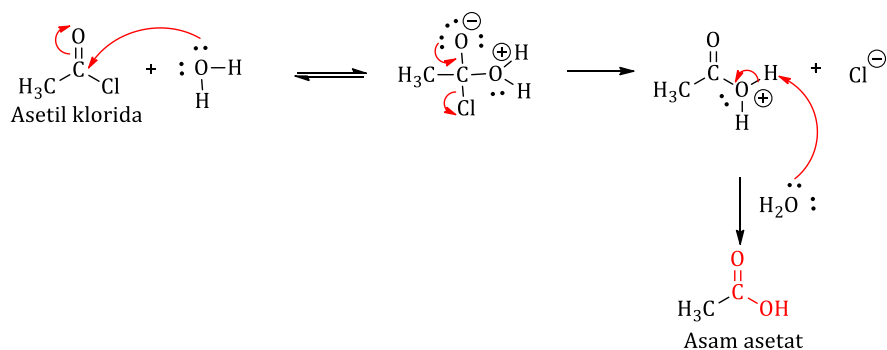


Heterolisis suatu ikatan biasanya mengharuskan ikatan tersebut terpolarisasi. Polarisasi suatu ikatan biasanya disebabkan oleh perbedaan keelektronegatifan. Semakin besar perbedaan keelektronegatifan maka semakin besar pula polarisasinya. Dalam contoh yang baru saja diberikan, atom B lebih elektronegatif daripada A.

Misalnya pada pembuatan asam asetat menggunakan asetil klorida yang direaksikan dengan air .



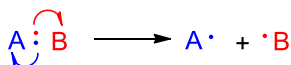
Mekanisme reaksi:



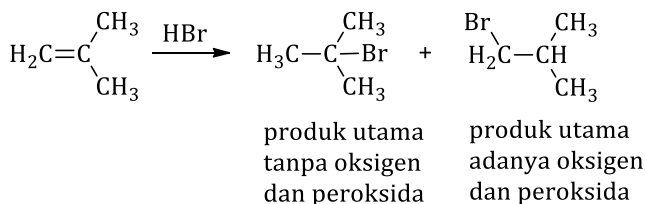
Reaksi asam karboksilat dan turunannya bersifat nukleofilik adisi-eliminasi pada atom karbon asil (karbonil). Hasilnya adalah substitusi di karbon asil. Kunci dari mekanisme ini adalah pembentukan zat antara kembali ke gugus karbonil dengan cara eliminasi atom klorida (Solomons, 2011).

3.6.2 Homolisis

Ketika suatu ikatan putus sehingga setiap fragmen mengambil salah satu elektron ikatan, proses ini disebut homolisis (Yunani: homo, sama, lysis). Homolisis menghasilkan fragmen dengan elektron tidak berpasangan yang disebut radikal (Clayden, 2001; Solomons, 2011).

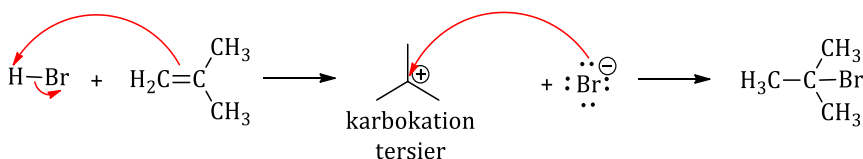


Pada tahun 1930-an, Morris Kharasch menemukan bahwa regioselektivitas penambahan asam bromida (HBr) ke isobutena bergantung pada ada atau tidaknya oksigen dan peroksida dalam campuran reaksi.

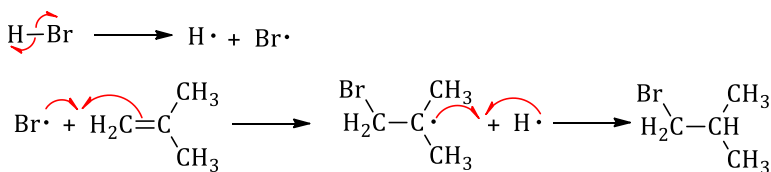


Ternyata tanpa adanya peroksida, reaksi adisi terjadi berdasarkan jenis mekanisme (ionik). Bromida tersier terbentuk karena senyawa antara merupakan karbokation tersier yang lebih stabil jika dibandingkan dengan karbokation primer.

Mekanisme reaksi:



Dengan adanya peroksida, mekanismenya sangat berbeda. Homolisis asam bromida terjadi, dan radikal brom yang menyerang ikatan rangkap C=C pada ujung yang tidak terlalu terhalang akan terbentuk. Produk utama dari reaksi ini adalah isobutil bromida (Clayden, 2001).



DAFTAR PUSTAKA

- Bruice, P. Y. 2003. Organic Chemistry, Fourth Edition. Texas: Published by Prentice Hall.
- Clayden, J., Greevs, N., Warren, S., Wothers P. 2001. Organic Chemistry. New York: Oxford University Press.
- Pettruci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., Bissonnette, C., 2011. General Chemistry: Principles and Modern Applications, Tenth Edition. Toronto: Pearson Canada.
- Solomons, G. T. W., Fryhle, C. B. 2011. Organic Chemistry, Sixth Edition, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Zhao, S. 2021. Thermochemical processes for biohydrogen production. *Waste to Renewable Biohydrogen*, 1, 139-177.

BAB 4

KEADAAN MATERI: PADATAN, CAIRAN DAN GAS

Oleh Aliyah Fahmi

4.1 Pendahuluan Tentang Materi

Materi memiliki beberapa arti. Menurut para ilmuwan, materi adalah segala sesuatu yang menempati ruang dan memiliki massa. Materi terdiri dari partikel-partikel kecil berupa atom atau kelompok atom yang disebut molekul. Atom seperti balok lego individual. Materi adalah unit terkecil yang dapat dipecah menjadi apa pun tanpa melakukan sesuatu yang ekstrem. Karakteristik fisik atom dan molekul menentukan bentuk atau keadaan materi tersebut.

Sesuatu dikatakan padat apabila dapat mempertahankan bentuknya sendiri dan sulit untuk dikompres (squash). Partikel-partikel dalam sebagian besar padatan tersusun rapat. Meskipun partikel-partikel tersebut terkunci pada tempatnya dan tidak dapat bergerak atau meluncur melewati satu sama lain, partikel-partikel tersebut masih bergetar sedikit. Benda padat mempunyai ciri-ciri tertentu yang membedakannya dengan zat cair dan gas. Semua benda padat, misalnya, memiliki kemampuan untuk menahan gaya yang diterapkan tegak lurus atau sejajar dengan permukaan (yaitu, beban normal atau geser). Sifat-sifat tersebut bergantung pada sifat-sifat atom pembentuk zat padat, cara atom-atom tersebut tersusun, dan gaya-gaya di antara atom-atom tersebut.

Suatu zat cair mempunyai volume tertentu tetapi mengikuti bentuk wadahnya, contohnya air dan minyak. Gas dapat mencair ketika didinginkan, seperti halnya uap air. Hal ini terjadi ketika molekul-molekul dalam gas melambat dan kehilangan energi. Benda padat bisa mencair saat dipanaskan; lava cair adalah contoh batuan padat yang mencair akibat panas yang hebat. Gas tidak mempunyai volume dan bentuk tertentu. Beberapa gas dapat dilihat dan

dirasakan, sementara yang lain tidak dapat diraba oleh manusia. Contoh gas adalah udara, oksigen, dan helium. Atmosfer bumi terdiri dari gas-gas termasuk nitrogen, oksigen, dan karbon dioksida.

4.2 Padatan

Padatan umumnya dibagi menjadi tiga kelas besar yaitu kristal, nonkristalin (amorf), dan kuasikristalin. Padatan kristal memiliki tingkat keteraturan yang sangat tinggi dalam susunan atom periodik. Hampir semua logam dan banyak mineral lainnya, seperti garam meja (natrium klorida), termasuk dalam kelas ini. Padatan nonkristalin adalah padatan yang atom dan molekulnya tidak tersusun dalam pola kisi tertentu. Bahan-bahan tersebut meliputi gelas, plastik, dan gel.

Padatan kuasikristalin menampilkan kesimetrian baru di mana atom-atomnya tersusun secara kuasiperiodik, yaitu dalam pola yang tidak berulang secara berkala. Mereka menunjukkan simetri, seperti simetri lima kali lipat, yang dilarang dalam kristal biasa. Struktur kuasikristal umum terjadi pada paduan aluminium yang digabungkan dengan logam yang lain, seperti besi, kobalt, atau nikel.

Beberapa molekul mungkin ada dalam keadaan kristal cair, yang merupakan peralihan dari keadaan kristal padat dan cair. Kristal cair mengalir seperti cairan namun menunjukkan tingkat simetri tertentu yang merupakan karakteristik padatan kristal.

Empat jenis ikatan atom utama ditemukan dalam padatan kristal: logam, ionik, kovalen, dan molekuler. Logam dan paduannya terutama dicirikan oleh konduktivitas listrik dan termalnya yang tinggi, yang timbul dari migrasi elektron bebas; elektron bebas juga mempengaruhi bagaimana atom berikatan. Kristal ionik adalah kumpulan ion bermuatan. Garam-garam ini umumnya menunjukkan konduktivitas ionik, yang meningkat seiring suhu. Kristal kovalen adalah bahan yang keras dan seringkali rapuh seperti intan, silikon, dan silikon karbida.

Dalam tipe monoatomik yang lebih sederhana (misalnya intan), setiap atom dikelilingi oleh sejumlah atom yang sama dengan valensinya. Kristal molekuler adalah zat yang memiliki ikatan antarmolekul yang relatif lemah, seperti es kering (karbon dioksida

padat), bentuk padat gas mulia (misalnya argon, kripton, dan xenon), dan kristal berbagai senyawa organik.

Berbagai paduan, garam, kristal kovalen, dan kristal molekuler yang merupakan isolator listrik yang baik pada suhu rendah menjadi konduktor pada suhu tinggi, konduktivitas meningkat pesat seiring suhu. Bahan jenis ini disebut semikonduktor. Konduktivitas listriknya umumnya rendah jika dibandingkan dengan logam seperti tembaga, perak, atau aluminium.

4.3 Cairan

Cairan, dalam fisika adalah salah satu dari tiga wujud materi utama, perantara antara gas dan padatan kristal. Sifat fisik zat cair yang paling nyata adalah retensi volume dan kesesuaiannya dengan bentuk wadahnya. Bila suatu zat cair dituang ke dalam bejana, ia akan berbentuk bejana, dan selama zat itu tetap cair, ia akan tetap berada di dalam bejana. Lebih jauh lagi, ketika suatu cairan dituangkan dari satu bejana ke bejana lainnya, volumenya tetap (selama tidak terjadi penguapan atau perubahan suhu) tetapi tidak mempertahankan bentuknya. Sifat-sifat ini berfungsi sebagai kriteria yang tepat untuk membedakan wujud cair dari wujud padat dan gas. Gas, misalnya, memuai memenuhi wadahnya sehingga volume yang ditempatinya sama dengan volume wadahnya. Padatan mempertahankan bentuk dan volumenya ketika dipindahkan dari satu wadah ke wadah lainnya.

4.3.1 Klasifikasi dan Sifat Cairan

Cairan dapat dibagi menjadi dua kategori umum: cairan murni dan campuran cairan. Cairan yang paling banyak ada di Bumi adalah air. Namun, sebagian besar air yang bersentuhan dengan organisme adalah campuran berbagai zat yang terlarut. Campuran tersebut mencakup cairan yang penting bagi kehidupan, misalnya air laut. Air laut merupakan campuran cairan yang berbagai macam garamnya telah dilarutkan dalam air. Meskipun dalam bentuk murni garam-garam ini berbentuk padat, di lautan garam-garam ini merupakan bagian dari fase cair. Jadi, campuran cairan mengandung

zat yang dalam bentuk murninya dapat berupa cairan, padatan, atau bahkan gas.

Keadaan cair kadang-kadang digambarkan hanya sebagai keadaan yang terjadi antara keadaan padat dan gas, dan untuk molekul sederhana perbedaan ini tidak ambigu. Namun, perbedaan yang jelas antara wujud cair, gas, dan padat hanya berlaku pada zat yang molekulnya terdiri dari sejumlah kecil atom. Ketika jumlahnya melebihi sekitar 20, cairan sering kali didinginkan di bawah titik leleh sebenarnya untuk membentuk kaca, yang memiliki banyak sifat mekanik padatan tetapi tidak memiliki tatanan kristal.

Apabila jumlah atom dalam molekul melebihi 100–200, klasifikasi menjadi padat, cair, dan gas tidak lagi berguna. Pada suhu rendah, zat tersebut biasanya berbentuk gelas atau padatan amorf, dan kekakuannya menurun seiring dengan meningkatnya suhu yaitu, zat tersebut tidak memiliki titik leleh tetap; beberapa mungkin, bagaimanapun, membentuk cairan yang sebenarnya. Dengan molekul besar ini, wujud gas tidak dapat dicapai, karena molekul tersebut terurai secara kimia sebelum suhu cukup tinggi untuk menguapkan cairan. Polimer tinggi sintesis dan alami (misalnya nilon dan karet) berperilaku seperti ini.

Apabila molekulnya besar, kaku, dan berbentuk planar atau linier, seperti pada kolesterol asetat atau p-azoksianisole, padatan dapat meleleh menjadi cairan anisotropik (yaitu cairan yang tidak seragam ke segala arah) yang molekulnya bebas untuk bergerak tetapi mengalami kesulitan besar dalam berputar. Keadaan seperti itu disebut kristal cair, dan anisotropi menghasilkan perubahan indeks bias (ukuran perubahan arah cahaya ketika berpindah dari satu medium ke medium lain) dengan arah datangnya cahaya dan karenanya menghasilkan optik yang tidak biasa.

Kristal cair telah banyak digunakan dalam perangkat penginderaan suhu dan tampilan jam tangan dan kalkulator. Namun, tidak ada senyawa anorganik dan hanya sekitar 5 persen senyawa organik yang diketahui membentuk kristal cair. Oleh karena itu, teori cairan normal pada dasarnya adalah teori tentang perilaku zat yang terdiri dari molekul sederhana.

Suatu cairan tidak memiliki tatanan spasial yang kuat seperti padatan, meskipun ia memiliki kepadatan padatan yang tinggi, dan

tidak adanya urutan gas yang diakibatkan oleh rendahnya kepadatan gas—yaitu, molekul gas relatif bebas dari pengaruh satu sama lain. Kombinasi kepadatan tinggi dan keteraturan parsial dalam cairan telah menyebabkan kesulitan dalam mengembangkan teori cairan yang dapat diterima secara kuantitatif.

Pemahaman tentang wujud cair, seperti halnya semua wujud materi, muncul melalui teori kinetik molekuler, yang menyatakan bahwa materi terdiri dari partikel-partikel yang bergerak konstan dan gerakan ini merupakan manifestasi energi panas. Semakin besar energi panas suatu partikel, semakin cepat partikel tersebut bergerak.

4.3.2 Transisi antar wujud materi

Secara umum, partikel penyusun materi meliputi molekul, atom, ion, dan elektron. Dalam gas, partikel-partikel ini berada cukup jauh satu sama lain dan bergerak cukup cepat untuk melepaskan diri dari pengaruh satu sama lain, yang bisa bermacam-macam jenisnya, seperti tarik-menarik atau tolak-menolak akibat muatan listrik dan gaya tarik-menarik khusus yang melibatkan elektron-elektron yang mengorbit di sekitar atom. inti. Pergerakan partikel berada pada garis lurus, dan tumbukan yang diakibatkannya terjadi tanpa kehilangan energi, meskipun pertukaran energi dapat terjadi antar partikel yang bertabrakan.

Ketika gas didinginkan, partikel-partikelnya bergerak lebih lambat, dan partikel-partikel yang cukup lambat untuk tetap berada di sekitar satu sama lain akan menyatu, karena gaya tarik-menarik akan mengalahkan energi kinetiknya yang lebih rendah dan, menurut definisi, energi panas. Setiap partikel, ketika bergabung dengan partikel lain dalam wujud cair, melepaskan sejumlah panas yang disebut panas laten pencairan, namun masing-masing partikel terus bergerak dengan kecepatan yang sama di dalam cairan selama suhunya tetap pada titik kondensasi.

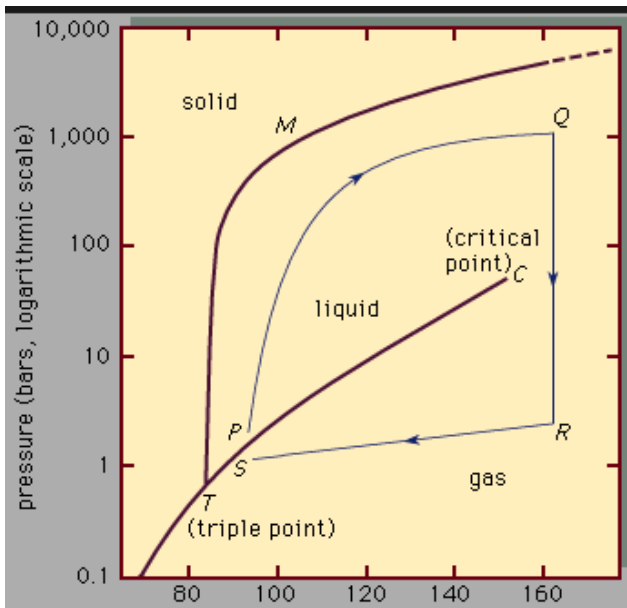
Jarak yang dapat ditempuh partikel dalam cairan tanpa bertabrakan berada pada urutan diameter molekul. Saat cairan didinginkan, partikel-partikel tersebut bergerak lebih lambat, hingga pada suhu beku energi tarik menarik menghasilkan kepadatan yang sangat tinggi sehingga cairan membeku menjadi

padat. Namun, mereka terus bergetar dengan kecepatan yang sama selama suhu tetap pada titik beku, dan panas laten peleburan dilepaskan dalam proses pembekuan. Memanaskan zat padat memberi partikel panas fusi yang diperlukan agar partikel dapat melepaskan diri dari pengaruh satu sama lain sehingga dapat bergerak dalam keadaan cair. Pemanasan lebih lanjut memberikan panas penguapan pada partikel-partikel cair, yang memungkinkan mereka melepaskan diri satu sama lain sepenuhnya dan memasuki wujud uap, atau gas.

4.3.3 Perilaku Cairan Murni

Keadaan kesetimbangan suatu zat murni tetap apabila suhu dan tekanan zat tersebut tetap. Gambar 4.1 menunjukkan diagram fase argon murni.

Temperatur



Gambar 4.1. Diagram fase argon murni (Sumber Britannica, 2023)

Pada diagram, satu fasa ditunjukkan sebagai suatu luas, dua fasa digambarkan sebagai sebuah garis, dan tiga fasa dinyatakan sebagai perpotongan garis-garis di titik tripel, T. Kurva tekanan uap menunjukkan bahwa uap dan cairan berada dalam kesetimbangan

sepanjang garis TC. Garis ini menunjukkan daerah cair di kiri dan di atas; daerah gas atau uap berada di bawahnya. Kurva ini berakhir pada titik kritis, C, pada titik ekstrim atas. Karena fase uap dan fase cair memiliki sifat yang sangat berbeda, perubahan fasa yang nyata disertai dengan perubahan sifat fisik zat yang tiba-tiba, seperti massa jenis, kapasitas panas, viskositas, dan konstanta dielektrik. Namun, ketika garis TC dilintasi dengan bergerak langsung dari titik P ke S, fase uap dan fase cair tetap identik. Setelah titik kritis, keduanya menjadi tidak lagi berbeda.

Oleh karena itu, jika suatu zat bergerak melalui lintasan PQRS dari titik P ke S tanpa ada garis perubahan fasa yang berpotongan, maka perubahan sifat-sifatnya akan lancar dan berkelanjutan. Selain itu, momen khusus ketika zat berubah dari cair menjadi gas tidak jelas. Faktanya, jalur PQRS menunjukkan kesinambungan keadaan antara zat cair dan gas yang berbeda derajat tetapi bergabung untuk membentuk satu keadaan fluida. Sebenarnya, istilah "cair" hanya harus digunakan untuk saluran TC dengan dua fasa yang lebih padat, tetapi biasanya digunakan untuk setiap jenis fluida padat pada suhu rendah.

4.3.4 Nilai Representatif Diagram Fase Parameter

Semua zat memiliki perilaku yang mirip sampai batas tertentu. Nilai suhu dan tekanan, titik tripel dan titik kritis tertentu, serta ukuran area dan kemiringan garis adalah faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan antar zat. Suhu hidrogen di atas 14 K (yang sama dengan $-273,15^{\circ}\text{C}/-459,67^{\circ}\text{F}$), yang merupakan suhu yang terlalu tinggi untuk diukur dengan benar.

Tekanan tiga titik biasanya rendah; karbon dioksida memiliki 5,2 bar, salah satu tekanan tertinggi. Mayoritas hidrokarbon memiliki tekanan sekitar 10-3 bar, dengan beberapa yang lebih rendah hingga 10⁻⁷ bar. Suhu leleh zat pada tekanan satu atmosfer (atau 1,01325 bar) adalah titik leleh normalnya. Suhu ini sedikit berbeda dari suhu titik tripel karena kecuraman garis lelehnya. Tekanan kritis, atau tekanan uap pada suhu kritis, biasanya berkisar antara empat puluh hingga seratus bar. Suhu di mana tekanan uap mencapai satu atmosfer dikenal sebagai titik didih

normal. Interval suhu antara titik leleh normal dan titik didih normal disebut sebagai kisaran cairan normal.

Namun, batasan ini secara artifisial, dan sebenarnya berkisar dari titik tripel hingga titik kritis. Contohnya, karbon dioksida, yang memiliki tekanan tiga titik di atas atmosfer, menyublim pada tekanan atmosfer tanpa memiliki kisaran cairan normal. Untuk air, perubahan volume negatif (penyusutan) terjadi hingga 2,1 kilobar dan $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pada saat ini, bentuk es normal menjadi lebih padat, dan perubahan volume saat mencair kemudian bernilai positif.

4.3.5 Perilaku Zat Mendekati Titik Kritis dan Titik Tripel

Pada titik kritis, cairan identik dengan fase uap, dan di dekat titik kritis, perilaku cairan agak mirip dengan perilaku fase uap. Meskipun nilai suhu dan tekanan kritis tertentu bervariasi dari satu zat ke zat lainnya, sifat perilaku di sekitar titik kritis serupa untuk semua senyawa. Fakta ini memunculkan suatu metode yang biasa disebut sebagai hukum negara bagian. Secara kasar, pendekatan ini mengasumsikan bahwa, jika diagram fasa diplot menggunakan variabel tereduksi, perilaku semua zat akan kurang lebih sama.

Pendekatan ini telah berhasil digunakan untuk mengembangkan persamaan untuk mengkorelasikan dan memprediksi sejumlah sifat fase cair termasuk tekanan uap, kepadatan cairan jenuh dan terkompresi, kapasitas panas, dan panas laten penguapan. Pendekatan keadaan yang sesuai bekerja dengan sangat baik pada suhu antara titik didih normal dan titik kritis untuk banyak senyawa tetapi cenderung terurai mendekati dan di bawah suhu titik tripel. Pada suhu ini, cairan lebih dipengaruhi oleh perilaku padatan, yang belum berhasil dikorelasikan dengan metode keadaan yang sesuai. Banyak sifat zat cair di dekat titik tripelnya yang lebih mirip dengan sifat padat dibandingkan dengan sifat gas.

4.4 Gas

Gas adalah salah satu dari tiga wujud dasar materi, dengan sifat yang sangat berbeda dari wujud cair dan padat. Keistimewaan gas yang luar biasa adalah gas tampaknya tidak mempunyai struktur sama sekali. Benda-benda tersebut tidak mempunyai

ukuran dan bentuk yang pasti, sedangkan benda padat biasa mempunyai ukuran dan bentuk yang tetap, dan zat cair mempunyai ukuran atau volume yang tetap, meskipun bentuknya disesuaikan dengan wadah di mana benda-benda tersebut berada. Gas nantinya memenuhi seluruh wadah tertutup. Sifat-sifat dari gas tidak tergantung pada bentuk gas melainkan tergantung pada volume wadah gas.

4.4.1 Gambaran Kinetik Molekul

Suhu gas menentukan struktur pada skala molekuler gas, yang terdiri dari sejumlah besar molekul yang bergerak secara acak di seluruh ruang angkasa dan bertabrakan satu sama lain dan dengan dinding wadahnya. Di luar ini, tidak ada struktur molekul yang pada dasarnya tersebar secara acak di ruang angkasa; sebaliknya, molekul bergerak ke segala arah dengan kecepatan rata-rata.

Tekanan yang diberikan oleh suatu gas berasal dari tumbukan molekul-molekul yang tidak terhitung jumlahnya pada dinding botol. Karena banyaknya tumbukan yang terjadi setiap detik di seluruh dinding botol, tekanan yang diberikan oleh gas tampak stabil bagi indra manusia. Molekul memiliki sifat yang lebih halus, seperti konduktivitas panas, viskositas (ketahanan terhadap aliran), dan difusi. Sifat-sifat ini membawa energi, momentum, dan massa mekanik. Ini dikenal sebagai sifat transpor, dan tumbukan antar molekul mendominasi laju transpor, yang menyebabkan lintasannya menjadi berliku-liku. Gaya antar molekul mengatur tabrakan molekul, yang dijelaskan oleh hukum mekanika. Pergerakan molekul adalah sumber utama sifat gas, yang dapat dijelaskan dengan teori kinetik gas.

4.4.2 Besaran Numerik

Untuk mempertimbangkan berbagai fenomena fisika, akan sangat membantu untuk memiliki pemahaman tentang besaran numerik yang terkait. Secara khusus, untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang sifat molekul gas, seseorang harus mengetahui nilai beberapa karakteristik, setidaknya dalam urutan besarnya

(faktor 10). Ukuran, kecepatan rata-rata, dan pemisahan antarmolekul pada suhu dan tekanan biasa adalah ciri-ciri ini.

Selain itu, jumlah tumbukan yang dilakukan suatu molekul dalam satu detik dalam kondisi ini dan seberapa jauh molekul bergerak sebelum bertabrakan dengan molekul lain merupakan pertimbangan penting lainnya. Semua molekul diketahui memiliki ukuran beberapa unit angstrom ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$), dan sekitar 6×10^{23} molekul ada dalam satu mol. Massa zat dalam gram sama dengan beratnya dalam gram.

4.4.3 Pemisahan Antarmolekul dan Kecepatan Rata-rata

Salah satu karakteristik yang paling mudah untuk diketahui adalah jarak rata-rata antar molekul dibandingkan dengan diameternya. Misalkan satu gram hidrogen pada tekanan atmosfer dan suhu 100°C , yang merupakan kondisi titik didih normal. Volume cairan adalah $1,04 \text{ cm}^3$; setelah diubah menjadi uap, volumenya menjadi $1,67 \times 10^3 \text{ cm}^3$. Dengan demikian, volume satu molekul dalam gas lebih besar daripada dalam cairan dengan faktor $1,67 \times 10^3/1,04$, atau sekitar 1.600. Karena volume cairan bervariasi berdasarkan jarak pangkat tiga, rasio jarak pisah rata-rata antara gas dan cairan kira-kira sama dengan akar pangkat tiga dari 1.600, atau sekitar 12. jika molekul-molekul cair dianggap bersentuhan satu sama lain. Dalam kondisi normal, rasio pemisahan molekul terhadap diameter molekul gas biasa berada pada urutan 10. Perlu dicatat bahwa pemisahan dan diameter sebenarnya tidak dapat ditentukan dengan metode ini; satu-satunya yang dapat dilakukan adalah menghitung rasionya.

Gangguan tekanan tidak dapat merambat lebih cepat daripada molekul itu sendiri jika tekanan disebabkan oleh tumbukan molekul pada permukaan uji. Dengan kata lain, kecepatan molekul rata-rata gas seharusnya lebih tinggi daripada kecepatan suara. Kecepatan molekul diperkirakan lebih besar, misalnya $5 \times 10^4 \text{ cm/s}$, karena kecepatan suara di udara pada suhu normal adalah sekitar 330 m/s .

4.4.4 Jalur Bebas Hambatan

Laju difusi gas dan kecepatan molekul rata-rata dapat digunakan untuk menghitung panjang dan kelok-kelok jalur yang dilalui oleh molekul tertentu. Dibutuhkan waktu beberapa menit sebelum amonia dapat ditemukan pada jarak satu meter jika botol amonia dibuka di ruangan tertutup. (Gas amonia, NH_3 , dikenal sebagai botol "amonia" adalah larutan gas dalam air.) Namun, bau amonia dapat dideteksi dalam beberapa milidetik jika molekul amonia bergerak langsung ke pengamat dengan kecepatan yang sedikit lebih cepat daripada kecepatan suara. Untuk menjelaskan perbedaan ini, molekul amonia bertabrakan dengan banyak molekul udara, yang menyebabkan jalur mereka sangat terdistorsi. Untuk memperkirakan waktu difusi secara kuantitatif, sistem yang lebih terkendali harus dipertimbangkan, karena aliran udara yang menyimpang sekalipun dalam ruangan tertutup akan mempercepat penyebaran amonia. Untuk menghilangkan pengaruh aliran udara tersebut, dapat digunakan tabung tertutup. Tabung kaca dengan diameter 1 cm dan panjang 1 m.

Salah satu ujungnya dilepaskan sejumlah kecil gas amonia, dan kedua ujungnya kemudian ditutup. Kertas lakmus merah lembab dapat digunakan sebagai detektor untuk mengetahui berapa lama amonia membutuhkan waktu untuk mencapai ujung lain. Ketika amonia mencapainya, kertas akan berubah menjadi biru. Karena difusi yang sangat lambat, proses ini memakan waktu yang cukup lama, sekitar beberapa jam. Dalam kasus ini, waktu yang dibutuhkan sekitar 3 jam, atau 10^4 detik. Selama waktu ini, molekul amonia dapat menempuh jarak $5 \times 10^4 \text{ cm/s} (10^4 \text{ s}) = 5 \times 10^8 \text{ cm} = 5.000 \text{ km}$.

4.4.5 Ukuran Dari Molekul

Melihat data sebelumnya tentang pemisahan antarmolekul, kecepatan, jalur bebas rata-rata, dan laju tumbukan molekul gas, tampaknya masuk akal bahwa molekul yang lebih besar memiliki peluang lebih besar untuk bertabrakan daripada molekul yang lebih kecil. Oleh karena itu, jalur bebas rata-rata dan frekuensi tumbukan harus terkait dengan ukuran molekul. Hubungan ini dapat dilihat dengan memperhatikan molekul yang bergerak. Selama selang

waktu t , molekul ini akan menyapu volume tertentu dan menabrak molekul lain yang berada dalam volume tumbukan ini. Volume tumbukan adalah silinder panjang dengan luas penampang πd^2 jika molekul-molekul terletak di pusatnya dan setiap molekul memiliki diameter d .

Silinder harus cukup panjang untuk menampung cukup banyak molekul untuk menghasilkan statistik yang akurat tentang jumlah tumbukan, tetapi jika tidak, panjangnya tidak masalah. Jika molekul diamati selama waktu t , panjang silinder tumbukan adalah $\bar{v}t$, kelajuan rata-rata molekul adalah $\bar{v}$, dan volume silinder adalah $(\pi d^2)(\bar{v}t)$. Ini menunjukkan bahwa molekul tersebut memiliki kedua panjang dan luas penampang. Dalam waktu t , setiap molekul dalam silinder akan tumbukan, menyebabkan kekusutan pada silinder. Namun, selama jumlah tumbukan yang terjadi dalam waktu t sama dengan jumlah molekul dalam silinder, hal ini tidak akan mempengaruhi hasil. Jumlah molekul per volume di seluruh gas akan sama jika gasnya seragam.

4.4.6 Ringkasan Besaran Numerik

Berikut ini adalah rangkuman perkiraan jumlah molekul gas di atas, dengan sedikit penyebaran angka untuk memungkinkan adanya molekul yang lebih kecil dan lebih besar daripada molekul yang biasa digunakan di sini: hidrogen oksida (H_2O), NH_3 , dan nitrogen (N_2), bersama dengan campuran oksigen (O_2), dan fakta bahwa sebagian besar jumlah gas ini bergantung pada suhu dan tekanan. Sangat penting untuk diingat bahwa, meskipun perkiraan dan penghitungan ini pada dasarnya benar, mereka agak disederhanakan. Mungkin ada faktor yang hilang, seperti $3\pi/8$ atau akar kuadrat dari $\sqrt{2}$. Perhitungan numerik untuk gas pada tekanan dan suhu normal adalah sebagai berikut:

molecular diameter	10^{-8} to 10^{-7} cm
molecular number density	10^{19} molecules/cm ³
average molecular speed	10^4 to 10^5 cm/s
average distance between molecules	10^{-7} to 10^{-6} cm
collision rate per molecule	10^9 to 10^{10} collisions/s
average time between collisions	10^{-10} to 10^{-9} s
average distance traveled between collisions (mean free path)	10^{-5} to 10^{-4} cm

Angka-angka ini menunjukkan bahwa molekul gas sangat kecil, dengan jumlah yang sangat besar dalam satu sentimeter kubik, sangat cepat, dan bertabrakan berkali-kali dalam satu detik. Dua informasi tambahan yang sangat penting. Yang pertama adalah bahwa panjang biasa jauh lebih besar daripada panjang jalur bebas rata-rata, bahkan dengan diameter tabung kapiler. Ini menunjukkan bahwa tumbukan antar molekul mendominasi perilaku dan sifat gas, dan tumbukan dengan dinding hanya memainkan peran sekunder.

Kedua, diameter molekul jauh lebih kecil daripada jalur bebas rata-rata. Jadi, tumbukan antara pasangan molekul sangat penting untuk mengetahui perilaku gas biasa, tetapi tumbukan yang melibatkan tiga molekul atau lebih pada saat yang sama pada dasarnya dapat diabaikan.

Jumlah massa jenis gas diperkirakan sekitar $1,0 \times 10^{19}$ molekul per sentimeter kubik, dan dari percobaan diketahui bahwa dalam kondisi normal, satu mol gas menempati volume sekitar 25 liter ($2,5 \times 10^4$ sentimeter kubik). Dengan menggunakan nilai-nilai ini, perkiraan bilangan Avogadro adalah $(1,0 \times 10^{19})(2,5 \times 10^4) = 2,5 \times 10^{23}$ molekul per mol. Ini agak berbeda dari nilai yang diterima, yang adalah $6,022 \times 10^{23}$ molekul per mol, tetapi urutan besarnya pasti benar. Sejarah menunjukkan bahwa nilai bilangan Avogadro yang sebaik perkiraan ini baru diperoleh pada tahun 1865 oleh Josef

Loschmidt di Wina, yang membuat perhitungan serupa tetapi berdasarkan viskositas gas daripada difusi gas.

Karena alasan ini, bilangan Avogadro ($2,687 \times 10^{19}$ molekul per sentimeter kubik) sering disebut sebagai bilangan Loschmidt dalam karya ilmiah Jerman kuno. Dalam literatur ilmiah Inggris kontemporer, bilangan Loschmidt biasanya digambarkan sebagai jumlah molekul gas dalam satu sentimeter kubik pada 0°C dan satu tekanan atmosfer

4.4.7 Gas Molekul Bebas

Dalam gas, menurunkan tekanan dapat meningkatkan jalur bebas rata-rata. Jika tekanannya dikurangi setengahnya, panjang jalur bebas rata-rata akan menjadi dua kali lipat. Tumbukan molekul gas dengan permukaan lebih penting daripada tumbukan molekul gas lainnya pada tekanan yang cukup rendah karena jalur bebas rata-rata dapat menjadi cukup besar. Dalam situasi seperti ini, molekul dapat dianggap bergerak bebas melalui ruang hingga bertemu dengan permukaan padat; karena itu, mereka disebut gas molekul bebas. Fisikawan Denmark Martin Knudsen adalah orang yang mempelajari gas ini secara eksperimental. Gas ini terkadang disebut sebagai gas Knudsen. Sangat berbeda dari gas biasa (juga disebut sebagai gas kontinum) dalam banyak hal.

Radiometer adalah pabrik dengan empat bilah yang menggunakan efek molekul bebas. Tekanan termomolekul berubah saat suhu gas molekul bebas berubah, yang menggerakkan baling-baling. Jika cukup banyak udara bocor ke dalam selubung kacanya (atau jika seluruh udara dikeluarkan dari selubung kaca), radiometer akan berhenti berputar. Efek molekul bebas juga terjadi pada benda yang terbang di ketinggian dengan jalur bebas yang sangat panjang.

Bahkan jika dimensi fisik yang signifikan cukup kecil, efek tersebut bahkan dapat terjadi pada tekanan normal. Banyak industri proses kimia memiliki contoh yang signifikan di mana katalis memaksa reaksi untuk berjalan pada kecepatan yang tepat. Banyak katalis ini memiliki pori yang ukurannya lebih kecil dari jalur bebas normal molekul, sehingga seberapa cepat gas reaktan berdifusi ke

dalam katalis berpori dan seberapa cepat gas produk berdifusi keluar, sehingga lebih banyak reaktan dapat masuk ke dalam pori.

4.4.8 Kontinuitas Keadaan Gas dan Cair

Gas memiliki volume sekitar 1.600 kali lebih besar daripada cairan dengan berat yang sama. Jika kompresi ini dilakukan pada suhu tertentu yang berbeda untuk setiap gas, disebut suhu kritis, tidak terjadi perubahan fasa, dan zat yang dihasilkan adalah gas yang massa jenisnya sama dengan cairan. Jika kompresi ini dilakukan pada suhu tetap di bawah suhu kritis, fenomena menakjubkan akan terjadi, di mana cairan tiba-tiba terbentuk. Proses mengompresi gas lebih jauh hanya dapat dicapai dengan meningkatkan jumlah cairan dan mengurangi jumlah gas, sambil tetap menggunakan tekanan konstan. Karena kompresibel cairan jauh lebih kecil daripada gas, tekanan yang diberikan kemudian harus ditingkatkan secara signifikan untuk mengurangi volume lebih lanjut.

4.4.9 Perilaku dan Properti

Seperti yang diharapkan, banyaknya molekul dalam volume kecil gas encer hanya menyederhanakan. Alasannya adalah bahwa dalam studi perilaku dan sifat gas, hanya rata-rata statistik yang ditemukan, dan metode statistik cukup akurat untuk jumlah besar. Hanya beberapa sifat gas yang perlu diperhatikan karena jumlah molekul yang terlibat: tekanan, massa jenis, suhu, energi dalam, viskositas, konduktivitas panas, dan difusivitas. (Penggunaan medan listrik dan magnet dapat menunjukkan sifat yang lebih rinci).

Jika suhu dan kepadatan karbon dioksida diatur, gas hanya dapat memiliki satu tekanan, energi dalam, viskositas, dan sifat lainnya. Nilai sifat-sifat lain ini harus dihitung atau diukur dari sifat-sifat molekul yang diketahui untuk menentukan nilainya. Perhitungan seperti ini adalah tujuan terakhir dalam teori kinetik dan mekanika statistik. Gas encer adalah bahan yang paling maju dalam mencapai tujuan ini.

4.4.10 Persamaan Gas Ideal

Sifat yang paling umum dari gas encer adalah elastisitas atau kompresibilitas yang tinggi dan pemuaian volume yang tinggi saat dipanaskan. Sifat-sifat ini hampir sama untuk semua gas encer, dan persamaan keadaan universal berikut dapat menjelaskan hampir semua gas encer: tekanan dikalikan volume per mol sama dengan konstanta

$$pv = RT.$$

Karena semua gas nyata menunjukkan perbedaan yang kecil terhadap persamaan keadaan tersebut, persamaan ini disebut sebagai persamaan keadaan gas ideal, atau sempurna. Dengan menurunnya kepadatan, perbedaan ini menjadi lebih kecil. Di sini, p adalah tekanan, v adalah volume per mol, atau volume molar, R adalah konstanta gas universal, dan T adalah suhu termodinamika absolut. Jika volumenya lebih dari sepuluh kali volume kritis, pernyataan tersebut secara kasar akurat dalam beberapa persen. Akurasi meningkat seiring dengan volume. Karena ionisasi terjadi pada suhu tinggi dan kondensasi menjadi cairan atau padat pada suhu rendah, ekspresi tersebut akhirnya gagal pada suhu tinggi dan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Barker, J. A., & Henderson, D. 1976. What is" liquid"? Understanding the states of matter. *Reviews of Modern Physics*, 48(4), 587.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. 2023. Solid state of matter. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/solid-state-of-matter>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. 2023. Liquid state of matter. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/liquid-state-of-matter>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. 2023. matter. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/matter>
- Davis, J. C. 2000. Solid, Liquid, or Gas? Race as a State of Matter. *The Henry James Review*, 21(3), 261-269.
- De Podesta, M. 2020. Understanding the properties of matter. CRC Press.
- Gas, S. N. P. S. L. 1967. Basic principles of chemistry.
- Hari, B. S. 2019. Materi dan Perubahannya. Penerbit Duta.
- Mason, E. A. 2023. Gas. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/gas-state-of-matter>
- Tabor, D. 1991. Gases, liquids and solids: and other states of matter. Cambridge University Press.

BAB 5

KIMIA ASAM-BASA DAN PH

Oleh Dodi Satriawan

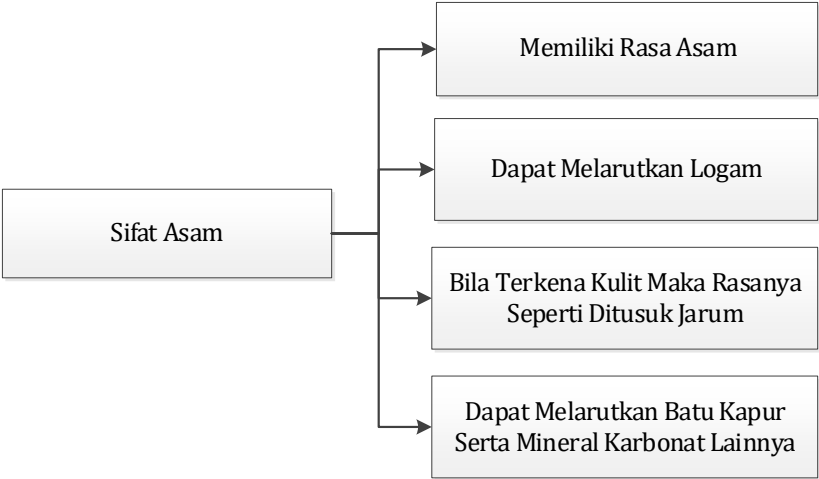
5.1 Pendahuluan

Pembahasan materi tentang asam – basa maupun pH merupakan pembahasan materi yang menarik untuk dipelajari dikarenakan asam – basa maupun pH menjadi salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa hujan asam dan pengikisan lapisan ozon (Andrews et al., 2014). Proses terjadinya hujan asam ini dikarenakan terjadinya pencemaran udara yang diakibatkan oleh pembakaran batu bara sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga uap yang banyak terdapat di Indonesia. Pembakaran batu bara ini akan menghasilkan polutan yang diantaranya berupa polutan gas oksida nitrogen (NO_x) maupun oksida sulfur (SO_x). Polutan gas oksida nitrogen (NO_x) maupun oksida sulfur (SO_x) akan bereaksi dengan uap air di atmosfer membentuk awan yang bersifat asam. Awan ini akan turun dalam bentuk hujan asam yang dapat merusak hutan maupun air permukaan (Lichtfouse et al., 2013). Pada permukaan bumi terdapat batu-batuan yang bersifat basa seperti batu kapur yang dapat menetralkan efek dari hujan asam ini. Namun disisi permukaan bumi lain terdapat material yang tidak memiliki sifat basa sehingga dapat merusak lingkungan sekitar tersebut sehingga menjadi asam (Ibanez et al., 2005). Pada bab ini akan dibahas secara rinci tentang apa itu asam - basa, teori asam basa dan perhitungan mencari pH asam – basa.

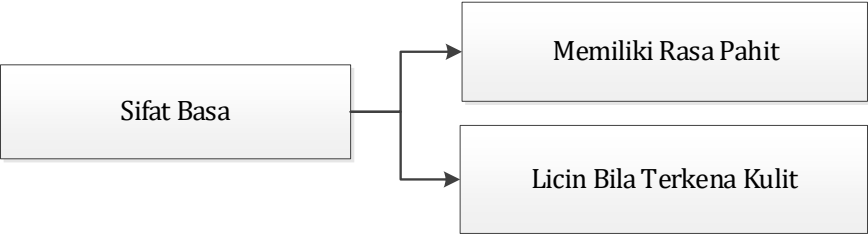
5.2 Asam - Basa

Asam merupakan istilah yang berasal dari bahasa latin yang berupa *acidus*. Kata *acidus* ini memiliki kaitan kata dengan kata *acetum* (dari bahasa latin) yang berarti cuka dan kata *acer* (yang juga dari bahasa latin) yang artinya tajam (Myers, 2004). Cuka merupakan suatu senyawa yang disebut juga dengan asam asetat

(CH₃COOH). Sedangkan kata basa berasal dari bahasa arab yang berupa *al-qali*. *Al-qali* memiliki arti abu yang berasal dari tanaman yang memiliki ikatan pada daerah padang pasir maupun rawa garam (Myers, 2004). Sifat dari asam berupa memiliki pH dibawah 6,5 (0 – 6,5) sedangkan basa memiliki pH diatas 7,5 (7,5 – 14). Asam dan basah bila di reaksikan akan menghasilkan garam yang saling menetralkan bila asam dan basanya sama-sama bersifat kuat. Asam memiliki sifat berupa memiliki rasa asam, dapat melarutkan logam, bila terkena kulit maka rasanya seperti ditusuk jarum, dapat melarutkan batu kapur serta mineral karbonat lainnya (Gallagher et al., 2014). Sedangkan basa memiliki sifat berupa memiliki rasa pahit dan licin bila terkena kulit (Gallagher et al., 2014).



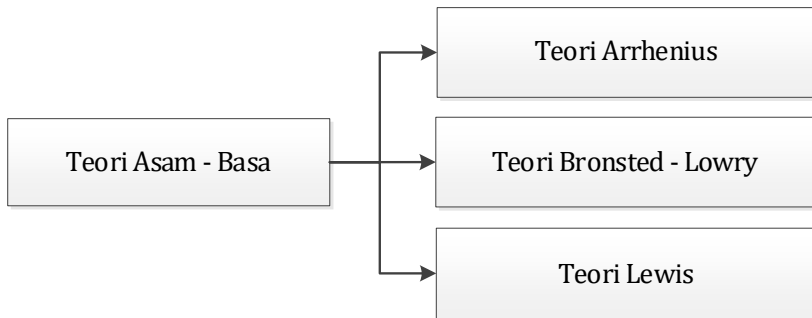
Gambar 5.1. Sifat Asam



Gambar 5.2. Sifat Basa

5.3 Teori Asam - Basa.

Teori asam -basa yang dikemukakan oleh peneliti terbagi menjadi tiga teori asam basa yang berupa teori Arrhenius, teori Bronsted - Lowry dan teori Lewis. Rincian dari masing-masing teori asam - basa dapat dijelaskan pada subbab berikutnya.



Gambar 5.3. Teori Asam Basa

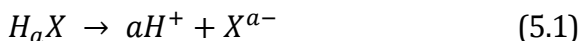
5.3.1 Teori Arrhenius

Teori arrhenius dikemukakan oleh peneliti yang bernama Arrhenius (1883) didalam disertasinya (Gallagher et al., 2014). Arrchenius mengemukakan didalam teorinya menyatakan bahwa suatu senyawa ionik yang larut didalam air akan mengalami dissosiasi menjadi susunan ion-ion penyusunnya. Sehingga menurut Arrchenius, asam merupakan suatu zat atau senyawa yang apabila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion hidrogen (H^+). Sedangkan basa merupakan suatu zat atau senyawa yang apabila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion hidroksida (OH^-) (Gallagher et al., 2014).

Asam merupakan suatu zat atau senyawa yang apabila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion hidrogen (H^+)

Basa merupakan suatu zat atau senyawa yang apabila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion hidroksida (OH^-)

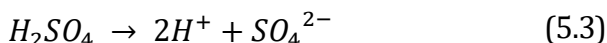
Senyawa asam secara umum merupakan suatu senyawa kovalen polar yang memiliki sifat larut didalam air. Bila terdapat suatu senyawa H_aX yang bersifat asam, maka reaksi senyawa H_aX_b bila dilarutkan didalam air akan menjadi ion H^+ dan ion X^{a-} . Persamaan reaksinya dapat ditunjukkan pada persamaan reaksi 5.1



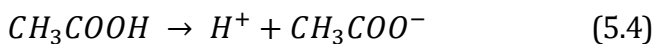
Contoh dari senyawa adalah asam klorida (HCl). HCl merupakan senyawa asam kuat yang bila direaksikan didalam air akan menghasilkan ion H^+ dan ion Cl^- . Persamaan reaksinya dapat dilihat pada persamaan reaksi 5.2.



Asam sulfat (H_2SO_4) juga merupan contoh asam kuat yang kedua. H_2SO_4 bila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion H^+ dan SO_4^{2-} . Persamaan reaksinya dapat dilihat pada persamaan 5.3.



Asam asetat (CH_3COOH) merupakan contoh dari asam lemah. CH_3COOH bila direaksikan didalam air akan menghasilkan ion H^+ dan ion CH_3COO^- . Persamaan reaksinya dapat dilihat pada persamaan 5.4.

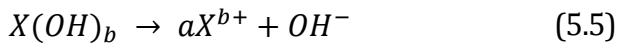


Beberapa contoh asam kuat dan asam lemah ditunjukkan pada tabel 5.1.

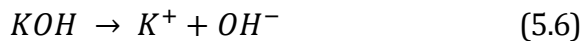
Tabel 5.1. Contoh Asam Kuat dan Asam Lemah

No	Rumus Kimia	Nama Kimia	Keterangan
1.	HCl	Asam klorida	Asam kuat
2.	H ₂ SO ₄	Asam sulfat	Asam kuat
3.	H ₂ S	Asam sulfida	Asam kuat
4.	HBr	Asam bromida	Asam kuat
5.	HNO ₃	Asam nitrat	Asam kuat
6.	CH ₃ COOH	Asam asetat	Asam lemah

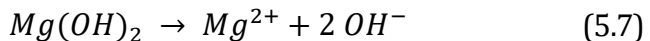
Senyawa basa secara umum juga merupakan suatu senyawa kovalen polar yang memiliki sifat larut didalam air. Bila terdapat suatu senyawa $X(OH)_b$ yang bersifat basa, maka reaksi senyawa $X_a(OH)_b$ bila dilarutkan didalam air akan menjadi ion X^{b+} dan ion OH^- . Persamaan reaksinya dapat ditunjukkan pada persamaan reaksi 5.5



Contoh dari senyawa basa adalah kalium hidroksida (KOH) yang termasuk kedalam golongan basa kuat. KOH bila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion K^+ dan ion OH^- . Persamaan reaksinya dapat dilihat pada persamaan reaksi 5.6.



Contoh kedua dari basa adalah magnesium klorida $Mg(OH)_2$ yang merupakan termasuk golongan basa kuat. $Mg(OH)_2$ bila dilarutkan didalam air akan menghasilkan ion Mg^{2+} dan ion OH^- . Reaksi persamaannya dapat dilihat pada persamaan reaksi 5.7.

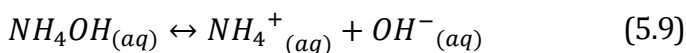


Beberapa contoh basa kuat dan basa lemah ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Contoh Asam Kuat dan Asam Lemah

No	Rumus Kimia	Nama Kimia	Keterangan
1.	LiOH	Litium hidroksida	Basa kuat
2.	KOH	Kalium hidroksida	Basa kuat
3.	NaOH	Natrium hidroksida	Basa kuat
4.	Mg(OH) ₂	Magnesium hidroksida	Basa kuat
5.	Ca(OH) ₂	Kalsium hidroksida	Basa lemah
6.	Al(OH) ₃	Aluminium hidroksida	Basa lemah
7.	NH ₃	Amonia	Basa lemah

Keterbatasan didalam teori Arrhenius salah satunya berupa ketika teori ini membahas tentang reaksi ionisasi amonia (NH₃) (Myers, 2004). Berdasarkan teori Arrhenius, suatu senyawa basa harus memiliki ion OH⁻, sedangkan pada senyawa amonia (NH₃) tidak memiliki ion OH⁻. Didalam menutupi kekurangan dari teori ini, maka dituangkanlah ide dari Arrhenius bahwa bila amonia (NH₃) dilarutkan didalam air maka akan membentuk senyawa yang disebut amonium hidroksida (NH₄OH). NH₄OH inilah yang memiliki ion OH⁻ dan bersifat asam (Myers, 2004). Persamaan reaksi dari proses amonia ini dapat dilihat pada persamaan reaksi 5.8 untuk reaksi amonia dengan air dan persamaan reaksi 5.9 untuk reaksi ionisasi amonium hidroksida (NH₄OH).



Pada persamaan reaksi 5.8 diatas sebetulnya tidaklah benar atau kurang tepat. Hal ini dikarenakan teori Arrheneus tidak memperhatikan atau menimbang pelarut sebagai media yang penting didalam proses penguraian zat atau ion-ion (Gallagher et al., 2014).

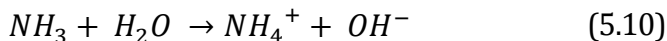
5.3.2 Teori Bronsted - Lowry

Teori Bronsted – Lowry dikemukakan oleh ilmuwan Denmark dan Inggris pada tahun 1923 yang bernama J. N. Bronsted yang berasal dari Denmark dan T. M. Lowry yang berasal dari Inggris. Teori Bronsted – Lowry mengemukakan bahwa asam merupakan suatu senyawa yang bertindak sebagai pendonor proton atau pemberi proton, sedangkan basa merupakan suatu senyawa yang bertindak sebagai penerima proton atau aseptor proton. Proton yang dimaksud didalam Teori Bronsted – Lowry adalah H^+ (Gallagher et al., 2014).

Asam suatu senyawa yang bertindak sebagai pendonor proton (H^+) atau pemberi proton (H^+)

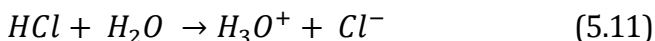
Basa merupakan suatu senyawa yang bertindak sebagai penerima proton (H^+) atau aseptor proton (H^+).

Teori Bronsted – Lowry dikemukakan untuk menjelaskan reaksi amoniak didalam air yang belum dapat dipecahkan dari teori Arrhenius. Persamaan reaksi amonia berdasarkan teori Bronsted – Lowry dikemukakan pada persamaan reaksi 5.10 (Gallagher et al., 2014).



Pada persamaan 5.10, amonia (NH_3) merupakan senyawa basa sedangkan air (H_2O) merupakan senyawa asam. Amonia (NH_3) bertindak sebagai aseptor proton (H^+) atau penerima proton (H^+) sedangkan air (H_2O) bertindak sebagai pendonor proton (H^+) atau pemberi proton (H^+). Contoh lainnya pada asam klorida (HCl) yang bila dilarutkan didalam air maka HCl bertindak sebagai pendonor proton (H^+) atau pemberi proton (H^+) dan H_2O bertindak sebagai pendonor proton (H^+) atau pemberi proton (H^+). Persamaan reaksi

asam klorida (HCl) didalam air dapat ditunjukkan pada persamaan 5.11.



5.3.3 Teori Lewis.

Teori Lewis dikemukakan oleh dikemukakan oleh ilmuwan yang bernama G. N. Lewis. Teori Lewis dikemukakan untuk memperbaiki teori-teori terdahulu dan memaparkan lebih luas hingga pada pasangan elektron yang saling berikatan pada struktur senyawa dan ikatan senyawanya. Asam berdasarkan teori Lewis berupa aseptor atau penerima pasangan elektron sedangkan basa merupakan pemberi atau pendonor pasangan elektron (Gallagher et al., 2014).

Asam merupakan aseptor atau penerima pasangan elektron (e^-)

Basa merupakan pemberi atau pendonor pasangan elektron (e^-).

5.4 Derajat Keasaman (pH).

Derajat keasaman (pH) suatu larutan merupakan minus logaritma dari konsentrasi dari ion hidrogen didalam suatu senyawa yang didapatkan dari metode pengukuran menggunakan pH meter secara potensiometri (SNI 06-6989.11-2004). Untuk memastika alat pH meternya dapat terbaca dengan baik maka dibutuhkan kalibrasi pH meter. Kalibrasi pH meter menggunakan larutan buffer atau larutan penyangga pH. Larutan buffer merupakan larutan kalibrasi pH meter yang dibuat dengan cara melarutkan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat atau dengan melarutkan asam kuat dan basa lemah sehingga dapat menghasilkan pH atau derajat keasaman tertentu dan stabil (SNI 06-6989.11-2004).

Derajat keasaman (pH) merupakan minus logaritma dari konsentrasi dari ion hidrogen didalam suatu senyawa yang didapatkan dari metode pengukuran menggunakan pH meter secara potensiometri.

Larutan buffer merupakan larutan yang dibuat dengan cara melarutkan asam lemah dan basa kuat atau dengan melarutkan asam kuat dan basa lemah sehingga dapat menghasilkan pH atau derajat keasaman tertentu dan stabil

Rumus didalam mencari pH dan pOH ditunjukkan pada persamaan 5.1 - 5.3 (Andrews et al., 2014)

$$pH = -\log[H^+] \quad (5.1)$$

$$pOH = -\log[OH^-] \quad (5.2)$$

$$pH + pOH = 14 \quad (5.3)$$

Contoh 5.1.

Mahasiswa teknik pengendalian pencemaran lingkungan membuat cuka apel dari limbah apel. Proses pembuatan cuka apel ini dibuat dengan proses fermentasi. Setelah lima hari, cuka apel diamati nilai pH nya dan didapatkan pH 3,5. Tentukan berapa konsentrasi ion H^+ yang terdapat didalam cuka apel tersebut ?

Penyelesaian:

- Diketahui: pH cuka apel = 3,5
- Ditanya : konsentrasi ion H^+ ?
- Jawab :
Untuk mencari pH maka gunakan rumus 9.1, sehingga soal dapat diselesaikan menjadi:

$$pH = -\log[H^+]$$

$$3,5 = -\log[H^+]$$

$$-\log 10^{-3,5} = -\log[H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-3,5} \text{ M}$$

Didapatkan nilai konsentrasi ion H^+ dari cuka asam yang dibuat dari limbah apel dengan proses fermentasi sebesar $10^{-3,5} \text{ M}$

Contoh 5.2

Mahasiswa teknik lingkungan menganalisis air limbah yang terdapat dipengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT X. Dari hasil analisis didapatkan nilai pH air limbahnya sebesar 9,7. Tentukan berapa konsentrasi ion hidrogen (OH^-) yang terkandung didalam air limbah tersebut ?

Penyelesaian:

- Diketahui : pH = 9,7
- Ditanya : konsentrasi ion OH^- ?
- Jawab :

Untuk menyelesaikan soal 5.2 gunakan terlebih dahulu persamaan 5.3 untuk mendapatkan nilai pOH, sehingga menjadi

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH$$

$$pOH = 14 - 9,7$$

$$pOH = 4,3$$

Setelah mendapatkan nilai pOH maka masukkan nilai pOH kedalam persamaan 5.2 untuk mendapatkan konsentrasi ion OH^- , sehingga didapatkan nilai konsentrasi ion OH^- sebesar:

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

$$4,3 = -\log[\text{OH}^-]$$

$$-\log 10^{-4,3} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4,3}$$

Nilai konsentrasi ion OH^- yang terkandung didalam air limbah IPAL PT. X sebesar $10^{-4,3}$ M.

Contoh 5.3

Konsentrasi ion H^+ didalam bioreaktor bioetanol yang dianalisis oleh mahasiswa sebesar 2 M. Tentukan nilai pH bioetanol yang terdapat didalam bioreaktor tersebut ?

Penyelesaian:

- Diketahui : $[\text{H}^+] = 10^{-4}$ M
- Ditanya : pH bioetanol ?
- Jawab :

Untuk mencari pH bioetanol didalam bioreaktor gunakan persamaan rumus 9.1, sehingga penyelesaian menjadi”

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

$$pH = -\log 10^{-4}$$

$$pH = -(-4) \log 10$$

$$pH = 4$$

Didapatkan nilai pH bioetanol yang terdapat didalam bioreaktor sebesar 4.

Contoh 9.4

Konsentrasi ion H^+ limbah cair dari tempat *laundry* baju diukur sebesar $10^{-11,5}$ M. Tentukan nilai pH dan pOH dari limbah *laundry* tersebut ?

Penyelesaian:

➤ Diketahui : $[H^+] = 10^{-11,5}$ M

➤ Ditanya : a. pH ?
b. pOH ?

➤ Jawab :

Untuk mendapatkan nilai pH maka gunakan persamaan 5.1, sehingga menjadi:

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log 10^{-11,5}$$

$$pH = -(-11,5) \cdot \log 10$$

$$pH = 11,5$$

Untuk mencari nilai pOH maka gunakan persamaan 5.3, sehingga menjadi:

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - pH$$

$$pOH = 14 - 11,5$$

$$pOH = 2,5$$

Dari penyelesaian diatas dapat diketahui bahwa pH limbah cair laundry baju didapatkan sebesar 11,5 sedangkan pOH limbah cair laundry didapatkan sebesar 2,5.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, J. E., Brimblecombe, P., Jickells, T. D., & Liss, P. S. 2014. An introduction to environmental chemistry. In *Blackwell Publishing* (2nd ed). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.2134/jeq1998.00472425002700020031x>
- Gallagher, R., Ingram, P., Alam, S., & Sultan, M. 2014. Fundamental Chemistry. In *Oxford University Press*.
- Ibanez, J. G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., & Singh, M. M. 2005. Environmental chemistry: Fundamentals. In *Environmental Chemistry: Fundamentals*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-31435-8>
- Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., & Robert, D. 2013. Environmental Chemistry Green Chemistry and Pollutants in Ecosystems. In *Springer*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.encep.2012.03.001>
- Myers, R. 2004. The basics of chemistry. *Choice Reviews Online*, 41(06), 41-3456-41-3456. <https://doi.org/10.5860/choice.41-3456>
- SNI 06-6989.11-2004 Tentang Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter, Badan Standardisasi Nasional. 2004.

BAB 6

KIMIA ORGANIK : KARBON DAN SENYAWA-SENYAWA ORGANIK DASAR

Oleh Hasrawati Bahar

6.1 Pendahuluan

Kimia Organik adalah cabang kimia yang mempelajari struktur, sifat, reaksi, dan sintesis senyawa yang mengandung unsur karbon. Unsur karbon memiliki sifat khas yang memungkinkannya membentuk ikatan kovalen dengan unsur-unsur lain, termasuk dirinya sendiri, membentuk kerangka karbon yang kompleks dan beragam.

Senyawa organik adalah senyawa kimia yang molekulnya mengandung karbon, kecuali karbida, karbonat, dan oksida karbon. Perbedaan antara kimia organik dan anorganik adalah ada/tidaknya ikatan karbon-hidrogen. Sehingga, asam karbonat termasuk anorganik, sedangkan asam format, asam lemak termasuk senyawa organik.

Pada tahun 1828, Friedrich Wohler mendapatkan bahwa senyawa organik urea (suatu komponen urin) dapat dibuat dengan menguapkan larutan yang berisi senyawa anorganik amonium sianat.

Konsep-konsep Utama dalam Kimia Organik:

1. Ikatan Kovalen Karbon
Karbon dapat membentuk ikatan kovalen tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga dengan elemen lain atau dengan karbon itu sendiri.
2. Reaksi Organik
Melibatkan perubahan ikatan antar atom karbon dalam molekul. Reaksi umum meliputi substitusi, adisi, eliminasi, dan reaksi redoks.

3. Isomerisme

Isomer struktural (molekul dengan rumus molekuler yang sama tetapi struktur berbeda), isomer geometris, dan isomer optisomer (enantiomer dan diastereomer).

4. Senyawa Organik Umum

Alkana (hidrokarbon jenuh), alkene (hidrokarbon tak jenuh dengan satu ikatan rangkap), alkuna (hidrokarbon tak jenuh dengan dua ikatan rangkap), alkohol, aldehida, keton, asam karboksilat, dan amina.

Kimia organik memiliki peran penting dalam bioteknologi molekuler, sintesis obat-obatan, pengembangan bahan bakar bio, dan produksi bahan kimia organik yang digunakan dalam berbagai industri.

Kimia organik merupakan bidang yang dinamis dan terus berkembang, dengan banyak penelitian baru dan temuan yang terjadi secara terus-menerus.

6.2 Karbon dan Senyawa-Senyawa Organik Dasar

6.2.1 Pengantar Karbon

Karbon adalah unsur penting dalam kimia organik karena kemampuannya untuk membentuk ikatan yang kuat dan kompleks dengan dirinya sendiri dan dengan elemen-elemen lain. Karbon dapat membentuk empat ikatan kovalen dengan atom lain atau dengan dirinya sendiri, membentuk rantai karbon yang panjang dan bercabang.

1. Sifat- Sifat Karbon

Adapun sifat-sifat karbon yang akan dijelaskan yaitu:

a. Kemampuan Pembentukan Ikatan Kovalen

Karbon memiliki kemampuan unik untuk membentuk ikatan kovalen dengan dirinya sendiri dan dengan berbagai unsur lain. Ini disebabkan oleh jumlah proton dan elektron yang seimbang dalam inti atom karbon, yang memungkinkan untuk membentuk ikatan yang kuat dengan unsur-unsur lain.

b. Ikatan Karbon-Karbon

Karbon dapat membentuk ikatan karbon-karbon tunggal (alkana), ikatan rangkap dua (alkena), dan

ikatan rangkap tiga (alkuna). Ini menghasilkan keragaman besar dalam struktur molekul organik

c. Isomerisme

Karena karbon dapat membentuk ikatan dengan dirinya sendiri, molekul organik dapat memiliki isomer struktural, isomer geometris, dan isomer optisomer. Isomerisme meningkatkan keragaman dan kompleksitas senyawa organik.

d. Hibridisasi Orbital

Karbon dapat mengalami hibridisasi orbital, di mana orbital s dan p digabungkan untuk membentuk orbital hibrid sp, sp², atau sp³. Hibridisasi ini mempengaruhi geometri molekul dan ikatan kimia dalam senyawa organik.

e. Struktur Siklik

Karbon dapat membentuk struktur siklik atau cincin, yang terlihat dalam senyawa aromatik seperti benzena. Struktur ini memberikan stabilitas tambahan pada molekul organik

f. Polarity

Sebagian besar senyawa organik bersifat nonpolar karena kebanyakan senyawa organik terdiri dari ikatan karbon-hidrogen dan ikatan karbon-karbon, yang cenderung bersifat nonpolar. Namun, senyawa dengan gugus fungsional tertentu dapat menjadi polar.

g. Reaktivitas

Karbon dapat mengalami berbagai reaksi kimia, termasuk substitusi, adisi, eliminasi, dan reaksi redoks. Sifat reaktif ini memungkinkan karbon menjadi dasar bagi berbagai reaksi organik.

h. Polimerisasi

Karbon terlibat dalam proses polimerisasi, di mana monomer-monomer yang mengandung karbon bergabung membentuk rantai polimer. Ini penting dalam pembuatan polimer dan plastik.

2. Struktur Molekul Karbon

Karbon dapat membentuk berbagai struktur molekular yang bervariasi tergantung pada jenis ikatan yang dibentuk dan jumlah atom karbon yang terlibat. Berikut adalah beberapa contoh struktur molekul karbon berdasarkan gugus fungsi yang diikat yang dapat dilihat pada Gambar 6.1. Harap dicatat bahwa struktur-struktur ini hanya representasi dua dimensi dari struktur tiga dimensi yang sebenarnya dari molekul-molekul tersebut.

Beberapa struktur kompleks seperti DNA melibatkan molekul yang jauh lebih besar dan lebih kompleks. Juga, banyak senyawa organik lainnya dapat dibentuk oleh variasi dalam penggabungan atom-atom karbon dan unsur-unsur lainnya.

nama	struktur	contoh
alkena (ikatan rangkap dua)		$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ etena
alkuna (ikatan rangkap tiga)		$\text{HC}\equiv\text{CH}$ etuna
arena (cincin aromatik)		 toluena
halida	 $\text{X} = \text{F, Cl, Br, I}$	CH_3Cl klorometana
alkohol		CH_3OH metanol
eter		CH_3OCH_3 dimetil eter
aldehida		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ etanal
keton		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ propanon
asam karboksilat		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ asam etanoat
ester		$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$ metil etanoat
amina		CH_3NH_2 metilamina

Gambar 6.1. Struktur Molekul Senyawa Karbon Berdasarkan Gugus Fungsi yang Diikat

6.2.2 Klasifikasi Senyawa-Senyawa Organik

Penggolongan senyawa organik didasarkan pada jenis gugus fungsi yang dimiliki oleh suatu senyawa. Gugus fungsi akan menentukan kereaktifan kimia dalam molekul. Senyawa dengan gugus fungsi yang sama cenderung mengalami reaksi kimia yang sama.

1. Hidrokarbon

Senyawa organik yang hanya mengandung karbon dan hidrogen. Terbagi menjadi alifatik (rantai terbuka) dan siklik (rantai tertutup) serta jenuh (hanya ikatan tunggal) dan tak jenuh (mengandung ikatan rangkap). Sebagai contoh, metana (gas rawa) adalah hidrokarbon dengan satu atom karbon dan empat atom hidrogen : CH_4 , Etana adalah hidrokarbon/suatu alkana yang terdiri dari 2 atom karbon dan enam atom hidrogen, ikatan yang terbentuk adalah ikatan tunggal. dst.

Klasifikasi Hidrokarbon yang dikelompokkan menjadi:

a. Hidrokarbon Alifatik, yaitu :

- 1) Hidrokarbon jenuh (alkana) adalah hidrokarbon yang paling sederhana. Hidrokarbon ini terdiri dari ikatan tunggal yang terikat pada hidrogen. Rumus umumnya yaitu **$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$** . Hidrokarbon jenuh merupakan komposisi utama pada bahan bakar fosil dan ditemukan dalam bentuk rantai lurus maupun bercabang.

Contoh : Metana (CH_4), Etana (C_2H_6), Propana (C_3H_8).

- 2) Hidrokarbon tak jenuh adalah hidrokarbon yang memiliki satu atau lebih ikatan rangkap, baik rangkap dua maupun rangkap tiga. Hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap dua disebut **alkena**, dengan rumus umum C_nH_{2n} , sedangkan hidrokarbon yang memiliki ikatan rangkap tiga disebut **alkuna**, dengan rumus umum **$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$** .

Contoh Alkena : Etena (C_2H_4), Propena (C_3H_6), Butena (C_4H_8)

Contoh Alkuna : Etena (C_2H_2), Propuna (C_3H_4), Butuna (C_4H_6)

b. Hidrokarbon Alifatik Siklik

Sikloalkana adalah hidrokarbon yang mengandung satu atau lebih cincin karbon. Rumus umum untuk hidrokarbon jenuh dengan satu cincin adalah **C_nH_{2n}**.

Contoh: Siklopropana (C₃H₆), Siklobutana (C₄H₈).

c. Hidrokarbon Aromatik

Hidrokarbon aromatis memiliki ciri khas berupa cincin aromatik yang mengandung sistem ikatan rangkap khusus, biasanya ikatan rangkap ganda konjugasi. Contoh paling umum dari hidrokarbon aromatis adalah benzena (C₆H₆). Senyawa aromatik dapat mengalami modifikasi dengan menambahkan gugus fungsional tertentu pada cincin benzena, menghasilkan senyawa aromatik turunan seperti toluena (metil benzena), anilina (aminobenzena), dan lain-lain.

2. Senyawa -senyawa Organik Dasar

Senyawa organik dasar adalah senyawa kimia yang mengandung karbon dan biasanya berasal dari makhluk hidup. Karbon adalah unsur utama dalam molekul organik, dan senyawa organik dapat ditemukan dalam berbagai bentuk dan struktur. Berikut adalah beberapa kategori senyawa organik dasar selain Hidrokarbon:

a. Alkil Halida

Alkil halida adalah senyawa organik yang mengandung rantai hidrokarbon (alkil) yang terikat pada satu atau lebih atom halogen, seperti fluor (F), klor (Cl), brom (Br), atau iod (I). Gugus ini memiliki rumus umum R-X, di mana R adalah rantai hidrokarbon dan X adalah atom halogen.

Beberapa poin penting mengenai alkil halida:

1) Nomenklatur:

- a) Nama alkil halida didasarkan pada nama alkana yang sesuai, dengan menambahkan prefiks yang menunjukkan jenis halogen dan menetapkan nomor karbon tempat gugus halida terikat.
- b) Contoh: Klorometana (CH₃Cl), bromoetana (C₂H₅Br), dan iodometana (CH₃I).

2) Sifat Fisika:

- a) Alkil halida umumnya berbentuk cairan atau padat pada suhu kamar, tergantung pada ukuran rantai hidrokarbon dan jenis halogen.
- b) Titik didih alkil halida cenderung lebih tinggi daripada alkana sebanding karena adanya gugus halida yang bersifat polar.

3) Reaktivitas:

- a) Gugus halida pada alkil halida memberikan sifat reaktif pada senyawa ini. Misalnya, gugus halida dapat mengalami substitusi nukleofilik, di mana atom halogen digantikan oleh nukleofil seperti ion hidroksida (OH^-) atau amonia (NH_3).
- b) Alkil halida juga dapat mengalami eliminasi untuk membentuk alkena, di mana satu atau lebih atom hidrogen dan atom halogen dihilangkan dari molekul.

4) Penggunaan:

- a) Alkil halida digunakan dalam sintesis organik dan reaksi kimia karena sifat reaktifnya.
- b) Beberapa alkil halida digunakan sebagai pelarut dalam industri dan laboratorium.
- c) Alkil halida tertentu juga digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan obat-obatan, pestisida, dan bahan kimia lainnya.

5) Toksikologi:

- a) Beberapa alkil halida dapat bersifat toksik dan berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, penggunaannya perlu diawasi dengan cermat.

6) Degradasi Lingkungan:

- a) Beberapa alkil halida dapat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena kestabilan mereka yang rendah, sehingga dapat terdegradasi menjadi senyawa yang lebih berbahaya.

Alkil halida memiliki keberagaman besar dalam struktur dan sifat, dan penting dalam kimia organik dan industri. Karena reaktivitasnya yang tinggi, mereka menjadi bahan kimia pokok dalam sintesis molekuler dan sintesis obat-obatan. Namun, perlu diperhatikan bahwa beberapa alkil halida dapat memiliki dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

b. Alkohol

Alkohol adalah salah satu kategori senyawa organik yang mengandung gugus hidroksil (-OH) yang melekat pada suatu atom karbon. Gugus hidroksil ini memberikan sifat polar pada molekul alkohol, sehingga alkohol dapat berinteraksi dengan air dan memiliki sifat pelarut yang baik.

Berikut adalah beberapa poin penting tentang alkohol:

1) Gugus Hidroksil:

- a) Gugus hidroksil dalam alkohol terdiri dari satu atom oksigen yang terikat pada suatu atom hidrogen, ditulis sebagai -OH.
- b) Contoh struktur umum alkohol adalah R-OH, di mana R mewakili rantai karbon atau cincin karbon yang dapat bercabang atau lurus.

2) Sifat Pelarut:

- a) Banyak alkohol larut dalam air karena adanya gugus hidroksil yang bersifat polar. Ini membuat alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air.
- b) Larutan alkohol sering digunakan sebagai pelarut dalam berbagai proses kimia dan industri.

3) Nomenklatur Alkohol:

- a) Nama alkohol umumnya diambil dari nama hidrokarbon yang sesuai, diikuti dengan akhiran "-ol" untuk menunjukkan keberadaan gugus hidroksil.

- b) Contoh: Metanol (CH_3OH), etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), propanol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$).

4) Etanol (Alkohol Minuman)

- a) Etanol adalah alkohol yang paling umum dikonsumsi oleh manusia sebagai minuman beralkohol.
- b) Dibuat melalui fermentasi gula oleh ragi atau bakteri, dan juga dapat dihasilkan melalui proses sintesis kimia.

5) Sifat Kimia Alkohol

- a) Alkohol dapat mengalami berbagai reaksi kimia, termasuk oksidasi menjadi aldehida atau asam karboksilat.
- b) Alkohol dapat diubah menjadi senyawa lain melalui berbagai reaksi kimia, seperti esterifikasi untuk membentuk ester.

6) Penggunaan Alkohol

- a) Selain sebagai bahan minuman, alkohol digunakan dalam berbagai industri, seperti industri farmasi, kosmetik, dan kimia.
- b) Etanol, misalnya, digunakan sebagai bahan bakar, pelarut, dan bahan kimia dasar dalam berbagai proses industri.

7) Toksisitas dan Kesehatan

- a) Pemakaian alkohol dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan efek toksik pada tubuh manusia.
- b) Minum alkohol dengan bijak penting untuk mencegah risiko kesehatan yang berkaitan dengan konsumsi alkohol yang berlebihan.

Alkohol memiliki peran penting dalam kehidupan sehari-hari manusia dan berbagai industri, namun penggunaannya perlu diatur dan diawasi agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan.

c. Aldehida

Aldehida adalah kelas senyawa organik yang memiliki gugus fungsi karbonil ($C=O$) yang terikat pada satu atom hidrogen ($-H$) dan satu atom karbon yang lain. Gugus karbonil ini terletak pada ujung rantai karbon, sehingga struktur umum aldehida dapat direpresentasikan sebagai berikut: $R-CHO$, di mana R adalah rantai hidrokarbon.

Beberapa poin penting mengenai aldehida:

1) Gugus Fungsi Karbonil

- a) Gugus karbonil ($-C=O$) dalam aldehida terdiri dari atom karbon yang terikat dengan dua atom oksigen. Satu di antaranya terikat pada atom hidrogen.
- b) Struktur ini memberikan sifat polar pada molekul aldehida.

2) Contoh Aldehida

- a) Formaldehida ($HCHO$) adalah aldehida paling sederhana. Meskipun memiliki hanya satu atom hidrogen terikat pada gugus karbonil, formaldehida memiliki peran penting sebagai bahan kimia dalam industri dan laboratorium.
- b) Contoh lainnya termasuk asetaldehida (CH_3CHO) dan benzaldehida (C_6H_5CHO).

3) Nomenklatur

- a) Nama aldehida biasanya diturunkan dari nama hidrokarbon yang sesuai dengan mengganti akhiran $-e$ dengan $-al$.
- b) Contoh: Propanal berasal dari propana, butanal berasal dari butana, dan sebagainya.

4) Sifat Kimia

- a) Aldehida dapat mengalami oksidasi menjadi asam karboksilat. Reaksi ini sering terjadi di hadapan oksidator seperti air reagen Tollens atau pereaksi Fehling.
- b) Adanya gugus karbonil memberikan kemampuan aldehida untuk berpartisipasi dalam reaksi

nukleofilik, seperti reaksi dengan nukleofil seperti ion hidrogen sulfida (HS^-) atau amonia (NH_3).

5) Penggunaan

- a) Formaldehida digunakan dalam produksi plastik, resin, dan berbagai produk kimia industri.
- b) Beberapa aldehida digunakan dalam industri parfum dan aroma karena aroma khas yang mereka miliki.

6) Toksisitas

- a) Beberapa aldehida, terutama formaldehida, dapat bersifat toksik dan berpotensi menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan. Oleh karena itu, penggunaannya harus diawasi dengan cermat.

Aldehida memiliki peran penting dalam kimia organik dan memiliki aplikasi luas dalam industri, laboratorium, dan produk konsumen. Namun, karena sifat toksik beberapa aldehida, penting untuk mengelola penggunaannya dengan bijaksana.

d. Keton

Keton adalah kelas senyawa organik yang memiliki gugus fungsi karbonil ($\text{C}=\text{O}$) yang terikat pada dua atom karbon. Gugus karbonil pada keton terletak di tengah molekul, membedakannya dari aldehida yang memiliki gugus karbonil di ujung rantai karbon. Struktur umum keton dapat direpresentasikan sebagai berikut: $\text{R}-\text{CO}-\text{R}'$, di mana R dan R' adalah rantai hidrokarbon atau cincin karbon. Beberapa poin penting mengenai keton:

1) Gugus Fungsi Karbonil

- a) Gugus karbonil dalam keton terdiri dari atom karbon yang terikat dengan dua atom oksigen, di mana satu di antaranya terikat pada dua atom karbon bersebelahan.

2) Contoh Keton

- a) Aseton (propanon) adalah keton paling sederhana, dengan rumus kimia CH_3COCH_3 .
- b) Keton lainnya termasuk butanon (metil etil keton), dengan rumus kimia $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$, dan aseton trifluoromethyl (CF_3COCH_3).

3) Nomenklatur

- a) Nama keton diturunkan dari nama hidrokarbon yang sesuai dengan menambahkan akhiran -on pada nama tersebut.
- b) Contoh: Propanon berasal dari propana, butanon berasal dari butana, dan seterusnya.

4) Sifat Kimia

- a) Keton dapat mengalami berbagai reaksi kimia, termasuk reduksi menjadi alkohol dan adisi senyawa nukleofil ke gugus karbonil.
- b) Dalam beberapa kondisi, keton dapat mengalami oksidasi, tetapi tidak sekuat aldehida.

5) Penggunaan

- a) Aseton, yang merupakan keton paling umum, digunakan sebagai pelarut dalam berbagai industri dan juga dalam produk konsumen seperti penghapus kuteks.
- b) Beberapa keton memiliki aroma yang menyenangkan dan digunakan dalam industri parfum dan aroma.

6) Peran Biologis

- a) Keton memiliki peran dalam metabolisme tubuh manusia. Sebagai contoh, beta-hidroksibutirat adalah salah satu keton yang diproduksi selama kondisi puasa atau diet ketogenik dan dapat digunakan sebagai sumber energi oleh otak.

7) Sifat Fisika

- a) Keton umumnya berupa cairan dengan titik leleh dan titik didih yang lebih tinggi daripada alkana atau alkohol sebanding, tetapi lebih rendah daripada asam karboksilat sebanding.

Ketone memiliki berbagai aplikasi dalam industri dan berperan dalam berbagai proses biologis. Keberadaannya dalam berbagai senyawa kimia dan reaktivitasnya menjadikan keton kelompok yang signifikan dalam kimia organik.

e. Asam Karboksilat

Asam karboksilat adalah kelas senyawa organik yang memiliki gugus fungsi karboksilat (-COOH). Gugus ini terdiri dari gugus karbonil (C=O) dan gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada satu atom karbon. Struktur umum asam karboksilat dapat direpresentasikan sebagai berikut: R-COOH , di mana R adalah rantai hidrokarbon atau cincin karbon.

Beberapa poin penting mengenai asam karboksilat:

1) Gugus Fungsi Karboksilat

- a) Gugus karboksilat terdiri dari gugus karbonil (C=O) dan gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada satu atom karbon. Gugus ini memberikan sifat asam pada molekul.

2) Contoh Asam Karboksilat

- a) Asam asetat (CH_3COOH) adalah contoh sederhana asam karboksilat.
- b) Asam lemak, seperti asam palmitat dan asam oleat, juga termasuk dalam kategori asam karboksilat.

3) Nomenklatur

- a) Nama asam karboksilat biasanya diturunkan dari nama hidrokarbon yang sesuai dengan menambahkan akhiran -oat pada nama tersebut.
- b) Contoh: Asam etanoat berasal dari etana, asam propanoat berasal dari propana, dan seterusnya.

4) Sifat Kimia

- a) Asam karboksilat bersifat asam karena kemampuannya melepaskan ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Ini terjadi melalui ionisasi gugus hidroksil.

- b) Asam karboksilat dapat mengalami reaksi nukleofilik dengan senyawa nukleofil, serta reaksi asam-basa.

5) Penggunaan

- a) Asam asetat digunakan dalam produksi asam asetat glasial, pelarut, dan dalam industri makanan.
- b) Asam lemak adalah komponen utama lemak dan minyak, serta memiliki peran dalam pembentukan sabun.

6) Peran Biologis

- a) Asam karboksilat banyak ditemukan dalam biologi, seperti dalam struktur asam amino yang merupakan pembangun protein.
- b) Asam lemak esensial, yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh dan harus diperoleh dari makanan, adalah contoh penting asam karboksilat dalam konteks biologis.

7) Esterifikasi:

- a) Asam karboksilat dapat mengalami reaksi dengan alkohol dalam proses yang disebut esterifikasi, membentuk ester dan air.

Asam karboksilat memiliki keberagaman besar dalam struktur dan sifat, dan mereka memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari industri hingga biologi. Properti asam dan fungsinya dalam berbagai reaksi kimia menjadikan mereka salah satu kelas senyawa organik yang paling penting dan beragam.

f. Ester

Ester adalah senyawa kimia yang terbentuk dari reaksi antara asam dan alkohol. Proses ini dikenal sebagai esterifikasi. Esternya umumnya memiliki bau yang harum dan dapat ditemukan dalam banyak minyak esensial, buah-buahan, dan bunga. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai ester:

1) Struktur Kimia

- a) Esternya memiliki rumus umum RCOOR' , di mana R dan R' mewakili gugus hidrokarbon. Gugus ini dapat berasal dari asam karboksilat (RCOOH) dan alkohol (ROH).
- b) Contoh umum ester adalah etil asetat, yang terbentuk dari asam asetat (CH_3COOH) dan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

2) Esterifikasi

- a) Proses pembentukan ester disebut esterifikasi. Ini melibatkan reaksi antara asam karboksilat dan alkohol dengan pelepasan air sebagai produk sampingan.
- b) Contoh reaksi esterifikasi:
$$\text{RCOOH} + \text{ROH} \rightarrow \text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O}$$

3) Aroma dan Aromaterap

- a) Banyak ester memberikan aroma yang khas dan menyenangkan. Mereka sering digunakan dalam industri parfum dan esensial minyak.
- b) Beberapa ester, seperti ester etil butirrat, memberikan aroma buah dan digunakan dalam pembuatan permen.

4) Sifat Fisik dan Kimia

- a) Esternya umumnya berbentuk cairan transparan dengan bau yang menyenangkan.
- b) Esternya polar dan memiliki titik leleh dan titik didih yang bervariasi tergantung pada struktur molekulnya.
- c) Mereka cenderung larut dalam pelarut organik dan kurang larut dalam air.

5) Penggunaan dalam Industri

- a) Esternya banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman sebagai bahan tambahan aroma alami.
- b) Mereka juga digunakan dalam pembuatan berbagai produk kimia, seperti plastik dan pelarut.

6) Biologi

Esternya hadir dalam lemak dan minyak alami di dalam tubuh. Mereka berperan penting dalam penyimpanan energi dan fungsi biologis lainnya.

7) Metode Identifikasi

Esternya dapat diidentifikasi melalui teknik analisis kimia, seperti spektroskopi inframerah, spektroskopi nuklir magnetik (NMR), dan kromatografi gas-massa.

Penting untuk diingat bahwa ester memiliki peran yang luas dan beragam dalam berbagai bidang, mulai dari industri kimia hingga kehidupan sehari-hari.

g. Amina

Amina adalah senyawa organik yang mengandung gugus amino ($-NH_2$). Gugus amino ini terdiri dari satu atom nitrogen yang terikat pada dua atom hidrogen. Struktur umum amina dapat direpresentasikan sebagai berikut: $R-NH_2$, di mana R adalah rantai hidrokarbon atau cincin karbon.

Beberapa poin penting mengenai amina:

1) Klasifikasi Amina

- Amina dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah gugus amino yang terikat pada atom nitrogen:
- Amina primer (1°): Satu gugus amino terikat pada atom nitrogen. Contoh: metilamina (CH_3NH_2).
- Amina sekunder (2°): Dua gugus amino terikat pada atom nitrogen. Contoh: dietilamina ($(C_2H_5)_2NH$).
- Amina tersier (3°): Tiga gugus amino terikat pada atom nitrogen. Contoh: trimetilamina ($(CH_3)_3N$).

2) Nomenklatur

- Nama amina diberikan dengan menambahkan awalan -amina pada nama hidrokarbon atau cincin karbon yang sesuai.

- b) Contoh: Etanolamina ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$), dimetilamina ($(\text{CH}_3)_2\text{NH}$).

3) Sifat Amina

- a) Amina memiliki sifat basa karena atom nitrogen dapat menerima pasangan elektron. Oleh karena itu, amina dapat bereaksi dengan asam membentuk garam amonium.
- b) Amina dapat membentuk ikatan hidrogen antarmolekul, yang dapat memengaruhi sifat fisiknya seperti titik didih dan kelarutan.

4) Penggunaan

- a) Amina digunakan dalam produksi berbagai produk kimia, termasuk obat-obatan, bahan pewarna, dan bahan kimia industri.
- b) Beberapa amina, seperti amfetamin, memiliki aplikasi dalam bidang medis sebagai stimulan saraf pusat.

5) Peran dalam Biologi

- a) Amina merupakan komponen penting dalam struktur biologis, seperti asam amino yang merupakan pembangun protein.
- b) Amina juga terlibat dalam banyak proses biologis, seperti neurotransmisi di sistem saraf.

6) Penghasilan Amina

Amina dapat dihasilkan melalui reaksi reduksi nitril atau amida, atau melalui reaksi substitusi pada senyawa halida alkil.

7) Amina Aromatik

Dalam amina aromatik, gugus amino terikat pada cincin aromatik, seperti dalam anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$).

Amina memiliki berbagai kegunaan dan peran dalam kimia organik, industri, dan biologi. Kemampuannya sebagai basa dan kontribusinya terhadap struktur molekuler penting dalam banyak aspek kehidupan.

h. Eter

Eter adalah senyawa organik yang memiliki struktur umum $R-O-R'$, di mana R dan R' adalah rantai hidrokarbon atau cincin karbon yang dapat sama atau berbeda. Gugus ini mengandung atom oksigen yang terikat secara kovalen pada dua atom karbon non-saturasi. Eter sering kali dianggap sebagai kelompok fungsi, dan strukturnya sering disebut sebagai "gugus eter."

Beberapa poin penting mengenai eter:

1) Sifat Kimia

- a) Gugus eter memiliki sifat polar karena adanya atom oksigen, tetapi eter secara umum kurang reaktif daripada alkohol yang memiliki gugus hidroksil. Hal ini karena oksigen dalam eter tidak memiliki atom hidrogen yang terikat kepadanya.
- b) Eter dapat membentuk ikatan hidrogen antarmolekul yang lebih lemah dibandingkan dengan alkohol.

2) Contoh Eter

- a) Dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$) adalah contoh umum eter yang digunakan sebagai pelarut dalam laboratorium dan industri.
- b) Metil tert-butil eter (MTBE) adalah contoh eter yang digunakan sebagai aditif bahan bakar untuk meningkatkan oktan dan mengurangi emisi polutan.

3) Nomenklatur

- a) Nama eter biasanya diturunkan dari nama alkana yang sesuai, dengan menambahkan akhiran -eter pada nama tersebut.
- b) Contoh: Dietil eter berasal dari etana, dan metil propil eter berasal dari propana.

4) Penggunaan

- a) Eter sering digunakan sebagai pelarut dalam berbagai reaksi kimia, terutama di laboratorium.

- b) Beberapa eter digunakan sebagai agen anestesi, meskipun penggunaannya telah berkurang seiring waktu karena masalah keamanan.

5) Risiko Keamanan

- a) Beberapa eter dapat membentuk campuran yang mudah meledak dengan udara dan dapat menjadi berbahaya. Oleh karena itu, penggunaan eter harus dilakukan dengan hati-hati dan diawasi sesuai dengan prosedur keamanan.

6) Peran dalam Reaksi Organik

- a) Eter dapat digunakan sebagai reagen dalam berbagai reaksi organik, seperti reaksi Williamson yang melibatkan pembentukan ikatan karbon-karbon.

Eter memiliki peran penting dalam dunia kimia organik dan laboratorium. Meskipun kegunaannya sebagai pelarut dan reagen penting, perlu diperhatikan bahwa beberapa eter dapat memiliki risiko keamanan tertentu dan harus ditangani dengan hati-hati sesuai dengan pedoman keselamatan yang berlaku.

3. Pentingnya Unsur Karbon Dalam Kehidupan Sehari-hari

Unsur karbon memiliki kepentingan yang sangat besar dalam kehidupan sehari-hari karena kemampuannya membentuk ikatan kovalen yang kuat dan struktur rantai yang kompleks. Beberapa aspek kehidupan sehari-hari yang menunjukkan pentingnya unsur karbon antara lain:

a. Molekul Organik

- 1) Karbon adalah unsur dasar dalam molekul organik, termasuk dalam senyawa-senyawa seperti karbohidrat, lemak, protein, asam nukleat (DNA dan RNA), dan vitamin.
- 2) Molekul organik ini membentuk dasar bagi struktur dan fungsi sel dalam semua bentuk kehidupan.

b. Hidrokarbon dan Bahan Bakar Fosil

- 1) Hidrokarbon, yang terdiri dari karbon dan hidrogen, merupakan komponen utama bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara.
- 2) Bahan bakar fosil ini digunakan sebagai sumber energi utama untuk keperluan pemanasan, transportasi, dan pembangkit listrik.

c. Senyawa Karbon dalam Industri

- 1) Karbon membentuk dasar untuk berbagai senyawa kimia yang digunakan dalam industri, seperti plastik, serat sintetis, resin, dan bahan kimia lainnya.
- 2) Plastik, yang umum digunakan dalam produk sehari-hari, seperti kemasan, peralatan rumah tangga, dan mainan anak-anak, terbuat dari polimer karbon.

d. Obat-obatan dan Produk Kesehatan

- 1) Karbon berperan penting dalam struktur molekuler obat-obatan dan produk kesehatan lainnya. Banyak senyawa obat dan vitamin mengandung rantai karbon.
- 2) Struktur karbon kompleks memungkinkan desain senyawa obat yang efektif dan selektif untuk pengobatan berbagai penyakit.

e. Industri Makanan

- 1) Karbon hadir dalam karbohidrat, lemak, dan protein yang merupakan komponen utama dalam makanan.
- 2) Proses fotosintesis pada tumbuhan, yang melibatkan penangkapan karbon dioksida oleh klorofil, menyediakan dasar untuk produksi makanan di seluruh rantai makanan.

f. Material Konstruksi

- 1) Karbon hadir dalam berbagai material konstruksi, termasuk baja karbon, beton bertulang, dan

berbagai jenis serat karbon yang digunakan dalam industri aerospace dan konstruksi.

g. Industri Elektronik

- 1) Karbon digunakan dalam produksi semikonduktor, transistor, dan resistor, yang penting dalam perangkat elektronik modern seperti komputer, smartphone, dan peralatan rumah tangga pintar.

h. Biokimia dan Kehidupan Makhluk Hidup

- 1) Karbon adalah unsur esensial untuk kehidupan, dan struktur rangka karbon memungkinkan keanekaragaman besar dalam molekul biologis.
- 2) Senyawa organik seperti DNA dan protein, yang mengandung karbon, sangat penting dalam proses biokimia dan pewarisan sifat genetik.

Dengan kemampuannya membentuk ikatan yang kompleks dan beragam, unsur karbon memberikan kontribusi yang luar biasa besar terhadap keberagaman dan kompleksitas kimia yang ada di dunia ini, serta memainkan peran sentral dalam mendukung kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. 2017. Chemistry: The Central Science (14th ed.). Pearson.
- McMurry, J., & Fay, R. C. 2015. Chemistry (7th ed.). Pearson.
- Vollhardt, K. P. C., & Schore, N. E. 2018. Organic Chemistry: Structure and Function (8th ed.). W. H. Freeman.
- Carey, F. A., & Giuliano, R. M. 2018. Organic Chemistry (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Klein, D. R. 2017. Organic Chemistry As a Second Language: First Semester Topics (4th ed.). Wiley.
- Solomons, T. W. G., Fryhle, C. B., & Snyder, S. A. 2016. Organic Chemistry (12th ed.). Wiley.
- Smith, J. G. 2016. Organic Chemistry: An Acid-Base Approach. CRC Press.
- March, J. 2013. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure (6th ed.). Wiley.
- Bruice, P. Y. 2016. Organic Chemistry (8th ed.). Pearson.
- Clayden, J., Greeves, N., Warren, S., & Wothers, P. 2012. Organic Chemistry (2nd ed.). Oxford University Press.
- TREN_DAN_PARADIGMA_DUNIA_FARMASI_Industri-Klinik-Teknologi_Kesehatan.

BIODATA PENULIS



Aisyah Rusdin, S.Si., M.Si

Dosen Program Studi S1 Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sipatokkong Mambo

Penulis lahir di Anabanua tanggal 24 Juli 1998. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Kimia di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar pada tahun 2020. Kemudian, penulis melanjutkan studi ke jenjang S2 di Program Studi Kimia Universitas Hasanuddin pada tahun 2020 dan mendapatkan gelar Magister Sains pada tahun 2022.

Saat ini, penulis merupakan staf pengajar di Program Studi S1 Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sipatokkong Mambo. Beberapa mata kuliah yang pernah diampu oleh penulis diantaranya adalah Kimia Dasar, Biokimia, Kimia Hijau, Kimia Fisika dan Kajian Pustaka.

BIODATA PENULIS

Azmalaeni Rifkah Ansyarif, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Kimia
Universitas Syekh Yusuf Al Makassar Gowa

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 18 Oktober 1996. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kimia, Universitas Syekh Yusuf Al Makassar Gowa. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia di UIN Alauddin Makassar dan melanjutkan S2 di Universitas Hasanuddin pada Jurusan Kimia. Penulis menekuni bidang keahlian pada Kimia Analitik. Penulis mulai berkecimpung dalam kepenulisan buku pada tahun 2023 untuk bidang Kimia Analitik, Kimia Dasar, dan Kimia Fisika.
Email penulis: azmalaenira@gmail.com

BIODATA PENULIS



Jefry Wijaya, S.Pd., M.Si.

Dosen Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pattimura

Penulis lahir di Ambon tanggal 7 Juni 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pattimura dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung. Penulis menekuni bidang kimia organik bahan alam. Sejak tahun 2018 penulis aktif mengajar pada mata kuliah Kimia Dasar 2, Kimia Organik 1, Kimia Organik 2, Kimia Organik Lanjut, Kimia Minyak Atsiri, Kimia Bahan Alam, Dasar-dasar Kimia Organik, Mekanisme Reaksi Organik, Kimia Organik Metabolit Sekunder, Penentuan Struktur Senyawa Bahan Alam, Bioorganik dan Kimia Kewirausahaan.

BIODATA PENULIS



Aliyah Fahmi S.Si, M.Si

Dosen Kimia di Universitas Efarina, Pematang Siantar

Ketertarikan penulis terhadap ilmu kimia sejalan dengan studi Penulis yang berkaitan dengan Ilmu Kimia. Penulis memulai perkuliahan pada program studi D3 Analis Kimia di Universitas Sumatera Utara, yang dilanjutkan S1 Kimia pada tahun 2005 s/d 2007. Penulis kemudian melanjutkan perkuliahan pada jenjang magister di tahun 2014 s/d 2016 dan menjadi Dosen Kimia di Universitas Efarina, Pematang Siantar. Penulis ditempatkan di Fakultas Kesehatan, tepatnya di Program Studi D3 Analis Kesehatan atau Analis Teknik Laboratorium Medik. Saat ini, Penulis sedang dalam studi S3 terkait Ilmu Kimia. Beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Penulis didanai oleh LPDP dan Kemenristek DIKTI. Selain menjadi Peneliti, Penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara Indonesia. Email Penulis: aliyahfahmi0984@gmail.com

BIODATA PENULIS



**Dodi Satriawan, S.T., M.Eng., CPHCEP., CPMP., CPRW., CBOA.,
CNPHRP., CLMA.**

Dosen D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan,
Politeknik Negeri Cilacap

Penulis lahir di Bengkulu tanggal 07 Mei 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D-IV Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Kimia, Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang bioproses, bioenergi, dan pengolahan air limbah.

BIODATA PENULIS



Hasrawati Bahar, S.Si., M.Pd.

Dosen Program Studi Kimia
Universitas Syekh Yusuf Al Makassar Gowa

Penulis lahir di Ujung Pandang tanggal 04 Februari 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kimia, Universitas Syekh Yusuf Al Makassar Gowa. Menyelesaikan pendidikan D3 pada Akademi Kimia Analisis Bogor (AKA Bogor) Tahun 2009, melanjutkan Program S1 pada Jurusan Kimia Sekolah Tinggi MIPA Bogor (STMIPA Bogor) Tahun 2012 serta melanjutkan S2 pada Pendidikan Kimia Universitas Negeri Makassar (UNM) Tahun 2018. Penulis menekuni bidang menulis dimulai Tahun ini yaitu tahun 2023. Ini adalah karya keempatnya di Get Press.

Menjadi Orang yang bermanfaat dan memberikan efek positif bagi orang lain /masyarakat adalah harapannya. Beribadah adalah tujuan Hidupnya.

Demikian Riwayat Hidup penulis untuk sekedar diketahui, semoga bermanfaat.