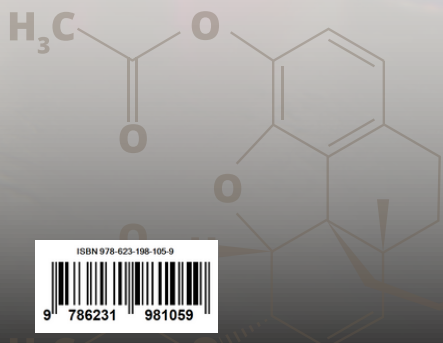


KIMIA DASAR II

Penulis

- Rahmi Mudia Alti
- Rahmawati
- Fathan Mubina Dewadi
- Waode Rustiah
- Nunuk Helilusiatiningsih
- Anisa Aurum Ningtyas
- Agnes Rantesalu
- Andi Budirohmi
- Mustapa



KIMIA DASAR II

**Rahmi Mudia Alti
Rahmawati
Fathan Mubina Dewadi
Waode Rustiah
Nunuk Helilusiatiningsih
Anisa Aurum Ningtyas
Agnes Rantesalu
Andi Budirohmi
Mustapa**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

KIMIA DASAR II

Penulis:

Rahmi Mudia Alti
Rahmawati
Fathan Mubina Dewadi
Waode Rustiah
Nunuk Helilusiatiningsih
Anisa Aurum Ningtyas
Agnes Rantesalu
Andi Budirohmi
Mustapa

ISBN: 978-623-198-105-9

Editor: Mila Sari, M.Si.

Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penyunting: Yuliatr Novita, M.Hum.

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

Penerbit: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi: Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat

website: www.globaleksekutifteknologi.co.id

email: globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan Pertama, Februari 2023

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan rahmat Allah SWT, atas berkah hidayah dan ridho-NYA yang telah memberikan kekuatan kepada penulis sehingga buku dengan judul Kimia Dasar II ini dapat diterbitkan sesuai yang diharapkan. Buku ini berisi tentang kesetimbangan kimia, kelimpahan unsur-unsur golongan utama, gejala keradioaktifan unsur-unsur tidak stabil, larutan dan jenisnya, kesetimbangan larutan asam basa, indikator asam basa, kelarutan dan hasil kali kelarutan, kesetimbangan larutan ion kompleks, koloid.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berperan aktif dalam membantu menyusun dan menerbitkan buku ini, kepada editor, korektor, dan penerbit tanpa bantuan mereka sulit rasanya buku ini sampai ke tangan pembaca. Terakhir, sebagai karya manusia biasa penulis menyadari karya ini masih kurang dari kesempurnaan. Oleh karenanya kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca yang budiman. Diatas segalanya dan dengan penuh kerendahan hati, buku ini penulis hantarkan ke hadapan para pembaca. Dengan harapan semoga bermanfaat adanya.

Padang, Februari 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB 1 KESETIMBANGAN KIMIA	
1.1 Keseimbangan Dinamis dalam Sistem kimia.....	1
1.2 Hukum Keseimbangan.....	3
1.3 Quotient reaksi dan Tetapan Keseimbangan.....	5
1.4 Bentuk Q untuk Reaksi yang Melibatkan Cairan Murni dan Padatan..	12
1.5 Hubungan Antara Kc dan Kp.....	14
1.6 Arah Reaksi: Membandingkan Q dan K (1).....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
BAB 2 KELIMPAHAN UNSUR-UNSUR GOLONGAN UTAMA	
2.1 Pendahuluan.....	19
2.2 Golongan Alkali (IA).....	21
2.3 Golongan Alkali Tanah (IIA)	24
2.4 Golongan IIIA (Boron dan Aluminium).....	28
2.5 Golongan IVA (Karbon dan Silikon)	31
2.6 Golongan VA (Nitrogen dan Fosfor)	35
2.7 Golongan VI (Oksigen dan Belerang).....	38
2.8 Golongan Halogen (VIIA)	41
2.9 Golongan Gas Mulia (VIIIA)	42
DAFTAR PUSTAKA.....	45
BAB 3 GEJALA KERADIOAKTIFAN UNSUR-UNSUR TIDAK STABIL	
3.1 Pendahuluan.....	47
3.2 Unsur-Unsur mencapai Kestabilan.....	47
3.3 Contoh Soal dan Pembahasan	48
3.4 Soal-Soal Latihan	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
BAB 4 LARUTAN DAN JENISNYA	
4.1 Pendahuluan.....	59
4.2 Jenis-jenis Larutan.....	60
4.2.1 Penggolongan Larutan Berdasarkan Konsentrasinya.....	60
4.2.2 Penggolongan Larutan Berdasarkan Daya Hantar Listriknya	62
4.2.3 Penggolongan Larutan Berdasarkan Tingkat Kejenuhannya	63
4.3 Konsentrasi Larutan.....	64
4.3.1 Massa Ekuivalen	65
4.3.2 Cara Menyatakan Konsentrasi	65

DAFTAR PUSTAKA.....	72
BAB 5 KESETIMBANGAN LARUTAN ASAM BASA	
5.1 Pendahuluan.....	73
5.2 Asam	75
5.3 Basa.....	75
5.4 Kesetimbangan Asam dan Basa.....	76
5.5 Cara Pengaturan Kesetimbangan Asam dan Basa.....	76
5.6 Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Kesetimbangan Asam Basa.....	77
5.7 Gangguan Pada Kesetimbangan	79
5.8 KESIMPULAN.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
BAB 6 INDIKATOR ASAM BASA	
6.1 Pendahuluan.....	87
6.2 Indikator Alami	88
6.2.1 Kubis ungu.....	89
6.2.2 Kembang Sepatu	90
6.2.3 Kunyit.....	90
6.3 Indikator Buatan	91
6.3.1 Indikator Universal.....	91
6.3.2 Lakmus	93
6.3.3 Larutan Indikator	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
BAB 7 KELARUTAN DAN HASILKALI KELARUTAN	
7.1 Pendahuluan.....	99
7.2 Hasilkali Kelarutan.....	99
7.3 Kelarutan Molar dan Kelarutan.....	103
7.5 Efek Ion Senama dan Kelarutan	108
DAFTAR PUSTAKA.....	110
BAB 8 KESETIMBANGAN LARUTAN ION KOMPLEKS	
8.1 Pendahuluan.....	111
8.2 Tetapan Kesetimbangan.	113
8.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan ion kompleks	116
8.3.1. Pengaruh ion pusat.	117
8.3.2. Pengaruh ligand	121
8.4 Penentuan tetapan kesetimbangan.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	128
BAB 9 KOLOID.....	129
9.1 Pendahuluan.....	129
9.2 Jenis Koloid.....	130
9.3 Sifat Koloid.....	131

9.4 Pembuatan Koloid.....	133
9.4.1 Pembuatan nanokristal cesium tembaga halida	133
9.4.2 Sintesis nanopartikel perak dengan berbagai metode	134
9.5 Koloid dalam Kehidupan.....	135
9.5.1 Koloid dalam farmasi	136
9.5.2 Koloid dalam makanan.....	136
9.5.3 Koloid dalam detergen.....	137
DAFTAR PUSTAKA.....	138
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Sistem $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}; \text{colorless}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}; \text{brown})$	2
Gambar 1.2. Perubahan Q selama reaksi $\text{N}_2\text{O}_4\text{-NO}_2$	8
Gambar 1.3. Ukuran relatif dari Q dan K	16
Gambar 4.1. Pengenceran asam dengan air.....	61
Gambar 4.2 Larutan pekat dan encer.....	61
Gambar 4.3. Larutan elektrolit.....	62
Gambar 4.4. Larutan non elektrolit.....	63
Gambar 6.1 Asam Cuka.....	87
Gambar 6.2 Sabun.....	88
Gambar 6.3 Kubis Ungu.....	89
Gambar 6.4 Kembang Sepatu.....	90
Gambar 6.5 Kunyit.....	90
Gambar 6.6 Indikator Universal.....	93
Gambar 6.7 Kertas Lakmus.....	94
Gambar 6.8 Berbagai Macam Larutan Indikator.....	96
Gambar 8.1. Grafik $\log K$ terhadap nomor atom logamtransisi pertama. Garis titik-titik bila C F S E tidak diperhitungkan.	119
Gambar 9.1 Gerak Brown.....	132
Gambar 9.2 Efek Tyndall.....	133
Gambar 9.3 Skema Pembuatan Koloid CsCu_2I_3 NRs.....	134

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rasio Konsentrasi Awal dan Kesenjangan untuk Sistem N ₂ O ₄ -NO ₂ pada 200 °C (473 K)	6
Tabel 1.2 Cara penulisan Q dan menghitung K.....	13
Tabel 2.1 Kelimpahan Unsur-Unsur di Kulit Bumi	21
Tabel 2.2 Kelimpahan Unsur-Unsur Alkali di Alam	24
Tabel 2.3 Kelimpahan Unsur-Unsur Alkali Tanah di Alam	27
Tabel 2.4 Kelimpahan Unsur Halogen di Alam	42
Tabel 2.5 Kelimpahan Unsur Garam Mulia Di Alam	43
Tabel 3.1 Konfigurasi Elektron Unsur Gas Mulia (Hidayat, 2023)	48
Tabel 4.1 Contoh larutan biner	59
Tabel 6.1 Hubungan antara pH dengan Warna Indikator Universal	92
Tabel 6.2 Perubahan Warna Kertas Lakmus dalam Beberapa Larutan	94
Tabel 6.3 Beberapa Contoh Larutan Indikator dengan Trayek Perubahan Warna	95
Tabel 7.1 Hasil kelarutan Beberapa Senyawa Ionik dengan Kelarutan Rendah pada 25 °C.....	100
Tabel 7.2 Hubungan antara K _{sp} dan Kelarutan Molar (s).....	106
Tabel 8.1 Tetapan kesetimbangan berturut-turut dan total beberapa kompleks.....	116
Tabel 8.2 Tetapan kesetimbangan kompleks.....	118
Tabel 8.3 C F S E Kompleks oktahedral high spin dari ion divalen transisi pertama.....	120
Tabel 8.4 Nilai log K ₁ untuk poliamine dan log β _n untuk monoamine.....	122
Tabel 8.5. Potensial oksidasi kompleks besi dan kobalt	123
Tabel 9.1 Jenis-jenis sistem dispersi koloid	130
Tabel 9.2 Berbagai pendekatan metode sintesis nanopartikel	135

BAB 1

KESETIMBANGAN KIMIA

Oleh Rahmi Mudia Alti

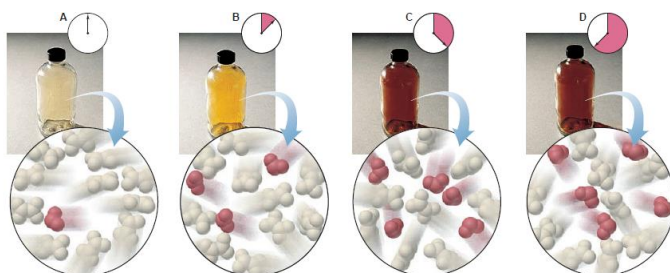
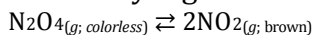
1.1 Keketimbangan Dinamis dalam Sistem kimia

Sebagian besar reaksi yang banyak ditemui kebanyakannya hanya berlangsung dalam satu arah. Artinya, ketika reaksi telah berhenti semua reaktan telah diubah menjadi produk. Jenis reaksi ini dikatakan reaksi satu arah. Hal ini tentu tidak berlaku untuk seluruh reaksi. Terkadang produk bereaksi satu sama lain untuk membentuk kembali reaktan. Reaksi pereaksi untuk membentuk produk disebut reaksi maju (*forward*). Reaksi produk untuk membentuk reaktan disebut reaksi balik (*reverse*).

Pada titik tertentu dalam reaksi kimia, laju reaksi maju akan sama dengan laju reaksi balik. Ketika ini terjadi, sistem dikatakan berada dalam **kesetimbangan**. Pada titik ini, jumlah molekul yang berubah dari reaktan menjadi produk sama dengan jumlah molekul yang berubah dari produk menjadi reaktan. Pada titik ini tidak akan ada perubahan yang terlihat (makroskopik) tetapi masih ada perubahan yang terjadi pada tingkat molekuler (mikroskopik), meskipun keduanya sama di kedua arah. Saat reaksi kimia mencapai kesetimbangan dan konsentrasi reaktan dan produk tetap konstan, tampaknya reaksi telah berhenti (makroskopik). Pada skala mikroskopik atau skala nano, laju reaksi menuju arah produk dan reaktan masih berlangsung. Laju reaksi ke kanan sama persis dengan laju reaksi ke kiri hal inilah yang dinamakan dengan

kesetimbangan dinamis. Jadi, kesetimbangan dinamis merupakan suatu keadaan ketika laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri serta konsentrasi reaktan dan produk tetap. Mari kita periksa sistem kimia secara makroskopik dan mikroskopik untuk melihat bagaimana keadaan kesetimbangan muncul yang disajikan pada Gambar 1.1:

Sistem terdiri dari dua jenis gas, yaitu: dinitrogen tetraoksida yang merupakan gas tak berwarna dan nitrogen dioksida yang berwarna coklat.



Gambar 1.1. Sistem $\text{N}_2\text{O}_4(g; \text{colorless}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g; \text{brown})$

Gambar A, Saat percobaan dimulai, campuran reaksi sebagian besar terdiri dari N_2O_4 yang tidak berwarna.

Gambar B, Saat N_2O_4 terurai menjadi NO_2 yang berwarna coklat kemerahan, warna campuran menjadi coklat pucat.

Gambar C, ketika kesetimbangan tercapai, konsentrasi NO_2 dan N_2O_4 konstan, dan warna mencapai intensitas akhir.

Gambar D, Karena reaksi berlanjut ke arah maju dan mundur dengan laju yang sama, konsentrasi (dan warna) tetap konstan.

Ketika $\text{N}_2\text{O}_4(l)$ dimasukkan ke dalam labu tertutup yang disimpan pada suhu 200°C , perubahan segera terjadi. Cairan menguap (titik didih 21°C) dan gas mulai berubah menjadi coklat pucat. Warna menjadi gelap, dan setelah beberapa saat, warna berhenti berubah. Pada tingkat molekuler, pemandangan yang jauh lebih dinamis terungkap. Molekul N_2O_4 menguap di seluruh wadah, beberapa terdisosiasi menjadi

dua molekul NO_2 . Seiring berjalannya waktu, semakin banyak molekul N_2O_4 yang terurai dan konsentrasi NO_2 meningkat. Pada level makroskopis, kita melihat isi labu menjadi gelap, karena NO_2 berwarna coklat kemerahan. Ketika jumlah molekul N_2O_4 berkurang, dekomposisi/ penguraian molekul N_2O_4 melambat. Pada saat yang sama, semakin banyak molekul NO_2 yang bertabrakan dan bergabung, sehingga pembentukan ulang N_2O_4 semakin cepat. Akhirnya, molekul N_2O_4 terurai menjadi molekul NO_2 secepat molekul NO_2 bergabung menjadi N_2O_4 . Sistem telah mencapai kesetimbangan: konsentrasi reaktan dan produk berhenti berubah karena laju reaksi maju dan laju mundur menjadi sama. Dengan demikian, suatu sistem pada kesetimbangan terus menjadi dinamis pada tingkat molekuler, tetapi kita tidak mengamati perubahan lebih lanjut karena perubahan dalam satu arah diimbangi oleh perubahan pada arah lainnya.

1.2 Hukum Kesetimbangan

Pada suhu tertentu, ketika sistem mencapai kesetimbangan, konsentrasi produk dan reaktan konstan. Oleh karena itu, rasio mereka harus konstan. Sistem N_2O_4 - NO_2 akan digunakan untuk mendapatkan konstanta ini. Pada keseimbangan, kita memiliki

$$laju_{fwd} = laju_{rev}$$

Dalam hal ini, reaksi maju dan mundur adalah langkah dasar, sehingga kita dapat menulis hukum lajunya langsung dari persamaan setimbang:

$$k_{fwd} [\text{N}_2\text{O}_4]_{eq} = k_{rev} [\text{NO}_2]_{eq}^2$$

di mana k_{fwd} dan k_{rev} masing-masing adalah konstanta laju reaksi maju dan mundur, dan

subscript "eq" mengacu pada konsentrasi pada kesetimbangan. Perbandingan konstanta laju reaksi sama dengan perbandingan konsentrasi.

(K):

$$\frac{k_{fwd}}{k_{rev}} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

Rasio konstanta memunculkan konstanta keseluruhan baru yang disebut Konstanta kesetimbangan.

$$K = \frac{k_{fwd}}{k_{rev}} = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

Konstanta kesetimbangan K adalah angka yang menunjukkan perbandingan konsentrasi produk dan reaktan pada suhu tertentu. Besarnya K merupakan indikasi seberapa jauh suatu reaksi berlangsung produk pada temperatur tertentu.

Terdapat tiga indikasi nilai K:

1. *K kecil*. Jika suatu reaksi menghasilkan produk yang sangat sedikit sebelum mencapai kesetimbangan, maka reaksi tersebut memiliki K kecil, dan kita bahkan dapat mengatakan bahwa sepertinya tidak ada reaksi.

Misalnya, oksidasi nitrogen hampir tidak berlangsung pada 1000 K:

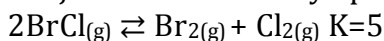


2. *K besar*. Sebaliknya jika suatu reaksi mencapai kesetimbangan dengan reaktan yang sangat sedikit tersisa, ia memiliki K yang besar, dan reaksi sudah hampir selesai. Misalnya, Oksidasi karbon monoksida mencapai penyelesaian pada 1000 K:



3. *K intermediet*. Ketika reaktan dan produk dalam jumlah tertentu berada dalam kondisi kesetimbangan, K memiliki

nilai antara, seperti ketika bromin monoklorida terurai menjadi unsur-unsurnya pada 1000 K:



1.3 Quotient reaksi dan Tetapan Keseimbangan

Pada tahun 1864, dua ahli kimia Norwegia, Cato Guldberg dan Peter Waage, mengamati bahwa pada suhu tertentu, sistem kimia mencapai keadaan di mana rasio konsentrasi reaktan dan produk tertentu memiliki nilai konstan. Ini adalah salah satu cara menyatakan hukum keseimbangan kimia, atau hukum aksi massa. Perhatikan bahwa tidak disebutkan mengenai laju reaksi.

Guldberg dan Waage menemukan bahwa, untuk sistem dan suhu tertentu, keadaan keseimbangan yang sama tercapai terlepas dari bagaimana reaksi dijalankan. Misalnya, dalam sistem $\text{N}_2\text{O}_4\text{-NO}_2$ pada 200°C , kita dapat mulai dengan reaktan murni (N_2O_4), produk murni (NO_2), atau campuran NO_2 dan N_2O_4 , dan dengan waktu yang cukup, rasio konsentrasi akan mencapai nilai keseimbangan yang sama. Rasio khusus dari konsentrasi yang kita tulis untuk reaksi tertentu disebut hasil bagi reaksi/ *quotient* (Q).

Untuk reaksi N_2O_4 membentuk NO_2 , hasil bagi reaksi, yang didasarkan langsung pada persamaan setara, adalah:

$$Q = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

Saat reaksi berlangsung menuju keadaan keseimbangan, terjadi perubahan yang terus-menerus dalam konsentrasi reaktan dan produk. Dengan demikian, rasio konsentrasi juga berubah: pada awal reaksi, konsentrasi memiliki nilai awal, dan Q memiliki nilai awal; sesaat kemudian, setelah reaksi berjalan, konsentrasinya memiliki nilai yang sedikit berbeda, demikian

pula Q . Dalam reaksi, dan ada lebih banyak perubahan konsentrasi dan lebih banyak perubahan Q ; dan seterusnya, sampai sistem yang bereaksi mencapai kesetimbangan.

Pada titik tersebut, pada suhu tertentu, konsentrasi reaktan dan produk telah mencapai tingkat kesetimbangannya dan tidak lagi berubah. Dan nilai Q telah mencapai nilai kesetimbangannya dan tidak lagi berubah. Itu sama dengan K pada suhu itu:

Saat kesetimbangan: $Q = K$

Dengan demikian, Q menunjukkan apakah sistem telah mencapai kesetimbangan, seberapa jauh jaraknya jika belum ke arah mana sistem berubah untuk mencapai kesetimbangan. Tabel 1.1. menyajikan empat percobaan, masing-masing merupakan rangkaian reaksi N_2O_4 - NO_2 yang berbeda pada suhu $200^\circ C$. Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini:

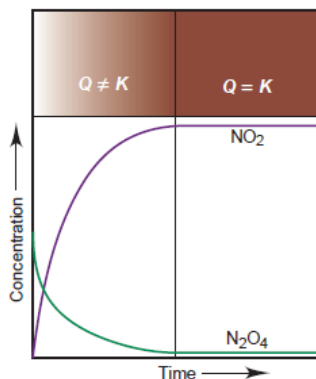
- Rasio konsentrasi awal sangat bervariasi tetapi selalu memberikan rasio konsentrasi kesetimbangan yang sama.
- Konsentrasi kesetimbangan berbeda dalam setiap kasus, tetapi rasio konsentrasi kesetimbangan ini konstan.

Tabel 1.1. Rasio Konsentrasi Awal dan Kesetimbangan untuk Sistem N_2O_4 - NO_2 pada $200^\circ C$ (473 K)

Percobaan ke-	Konsentrasi Awal		Perbandingan (Q)	Kesetimbangan/ equilibrium		Perbandingan (K)
	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$		$[N_2O_4]_{eq}$	$[NO_2]_{eq}$	
			$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$			$\frac{[NO_2]_{eq}^2}{[N_2O_4]_{eq}}$
1.	0.1000	0.0000	0.0000	0.00357	0.193	10.4

Percobaan ke-	Konsentrasi Awal		Perbandingan (Q)	Keseimbangan/ equilibrium		Perbandingan (K)
	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$		$[N_2O_4]_{eq}$	$[NO_2]_{eq}$	
			$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$			$\frac{[NO_2]_{eq}^2}{[N_2O_4]_{eq}}$
2.	0.0000	0.1000	~	9.24×10^{-4}	9.82×10^{-2}	10.4
3.	0.0500	0.0500	0.0500	0.00204	0.146	10.4
4.	0.0750	0.0250	0.00833	0.00275	0.170	10.5

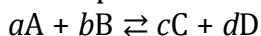
Kurva pada Gambar 1.2 menunjukkan eksperimen 1 pada Tabel 1.1. Perhatikan bahwa $[N_2O_4]$ dan $[NO_2]$ berubah perlahan selama reaksi berlangsung, demikian pula nilai Q. Begitu sistem mencapai keseimbangan, seperti yang ditunjukkan oleh warna coklat konstan di bagian atas grafik, konsentrasi tidak lagi berubah dan Q sama dengan K. Dengan kata lain, untuk sistem kimia apa pun, K adalah nilai khusus dari Q yang terjadi ketika reaktan dan produk mencapai nilai kesetimbangannya. Kurva reaksi disajikan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Perubahan Q selama reaksi $\text{N}_2\text{O}_4\text{-NO}_2$

Garis melengkung dan area cokelat gelap di atasnya menunjukkan $[\text{N}_2\text{O}_4]$ dan $[\text{NO}_2]$, dan karenanya nilai Q , berubah terhadap waktu. Sebelum kesetimbangan tercapai, konsentrasi berubah secara kontinyu, jadi $Q \neq K$. Setelah kesetimbangan tercapai (garis vertikal) dan setelahnya, $Q = K$.

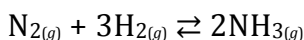
Hukum laju untuk reaksi keseluruhan tidak dapat ditulis dari persamaan setimbang, tetapi harus ditentukan dari data laju. Sebaliknya, hasil bagi reaksi dapat ditulis langsung dari persamaan setara: Q adalah rasio yang terdiri dari suku konsentrasi produk yang dikalikan satu sama lain dan dibagi dengan suku konsentrasi reaktan yang dikalikan bersama, dengan masing-masing suku dipangkatkan dengan koefisien stoikiometrinya dalam persamaan yang setara. Bentuk paling umum dari hasil bagi reaksi menunjukkan istilah reaktan dan produk sebagai konsentrasi molar, yang ditandai dengan tanda kurung siku, $[]$. K adalah konstanta kesetimbangan berdasarkan konsentrasi, yang ditetapkan sebagai K_c . Hasil bagi reaksi berdasarkan konsentrasi sebagai Q_c . Secara umum untuk persamaan :



di mana a, b, c, dan d adalah koefisien stoikiometri, hasil bagi reaksi (Q) adalah :

$$Q_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Untuk menyusun hasil bagi reaksi untuk setiap reaksi, tuliskan persamaan setaranya terlebih dahulu. Untuk pembentukan amonia dari unsur-unsurnya, misalnya, persamaan setimbang adalah:



Untuk menyusun hasil bagi reaksi, kita tempatkan suku hasil kali dalam pembilang dan suku reaktan dalam penyebut, dikalikan satu sama lain, dan pangkatkan setiap suku dengan koefisien penyeimbangannya

$$Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

Contoh Soal : Menulis Hasil Bagi Reaksi dari Persamaan Setara

1. Tuliskan hasil bagi reaksi, Q_c , untuk setiap reaksi berikut:
 - a. Penguraian dinitrogen pentaoksida, $N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)} + O_{2(g)}$
 - b. Pembakaran gas propana, $C_3H_{8(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

Jawaban :

- a. $2N_2O_{5(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ $Q_c = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_5]^2}$
- b. $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightleftharpoons 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$ $Q_c = \frac{[CO_2]^3 [H_2O]^4}{[C_3H_8] [O_2]^5}$

Selalu pastikan bahwa eksponen di Q sama dengan koefisien penyeimbang. Pemeriksaan yang baik adalah dengan membalikkan proses: mengubah pembilang menjadi produk dan penyebut menjadi reaktan, dan mengubah eksponen menjadi koefisien.

2. Tulis hasil bagi reaksi, Q_c , untuk setiap reaksi berikut (belum seimbang):

a. Langkah pertama dalam produksi asam nitrat, $\text{NH}_3(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{NO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$

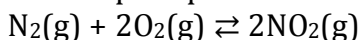
b. Disproporsionasi oksida nitrat, $\text{NO}(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}(g) + \text{NO}_2(g)$
Jika suatu reaksi keseluruhan adalah jumlah dari dua atau lebih reaksi lain, hasil bagi reaksi keseluruhan (atau tetapan kesetimbangan) reaksi tersebut adalah :

$$Q_{\text{total}} = Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times \dots$$

dan

$$K_{\text{total}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \dots$$

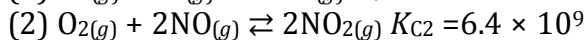
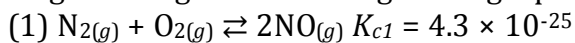
Contoh: Persamaan keseluruhan untuk pembentukan nitrogen dioksida, polutan beracun yang berkontribusi terhadap asap fotokimia dan hujan asam:



hasil bagi reaksi secara langsung adalah :

$$Q_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2][\text{O}_2]^2}$$

Reaksi keseluruhan sebenarnya terjadi dalam dua langkah dengan NO berfungsi sebagai perantara:



Hasil bagi reaksi untuk langkah-langkah ini adalah:

$$Q_{c1} = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{O}_2][\text{N}_2]} \quad \text{dan} \quad Q_{c2} = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{O}_2][\text{NO}]^2}$$

Hasil bagi reaksi keseluruhan adalah perkalian antara Q_{c1} dan Q_{c2} :

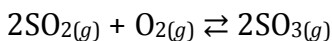
$$\frac{[\text{NO}]^2}{[\text{O}_2][\text{N}_2]} \times \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{O}_2][\text{NO}]^2} = Q_{\text{total}}$$

Demikian pula, konstanta kesetimbangan untuk reaksi keseluruhan adalah:

$$K_{c(\text{total})} = K_{c1} \times K_{c2} = (4.3 \times 10^{-25}) \times (6.4 \times 10^9) = 2.8 \times 10^{-15}$$

Bentuk Q untuk Reaksi Maju dan Reaksi Mundur

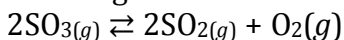
Bentuk hasil bagi reaksi bergantung pada arah penulisan persamaan setara. Pertimbangkan, misalnya, oksidasi belerang dioksida menjadi belerang trioksida. Reaksi ini merupakan langkah kunci dalam pembentukan hujan asam dan produksi asam sulfat. Persamaan reaksi setaranya adalah:



Hasil bagi reaksi untuk persamaan ini adalah:

$$Q_{\text{maju}} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{O}_2][\text{SO}_2]^2}$$

Untuk reaksi kebalikannya adalah reaksi dekomposisi belerang trioksida:



hasil bagi reaksi adalah kebalikan dari Q_{maju} :

$$Q_{\text{balik}} = \frac{[\text{O}_2][\text{SO}_2]^2}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{1}{Q_{\text{maju}}}$$

Jadi, hasil bagi reaksi (atau tetapan kesetimbangan) untuk reaksi maju adalah kebalikan dari hasil bagi reaksi (atau tetapan kesetimbangan) untuk reaksi balik:

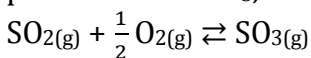
$$Q_{\text{Cmaju}} = \frac{1}{Q_{\text{Cbalik}}} \text{ dan } K_{\text{Cmaju}} = \frac{1}{K_{\text{Cbalik}}}$$

Nilai Kc untuk reaksi maju dan mundur pada 1000 K adalah:

$$K_{\text{C}} (\text{maju}) = 261 \text{ dan } K_{\text{C}} (\text{balik}) = \frac{1}{K_{\text{C}} (\text{maju})} = \frac{1}{261} = 3.83 \times 10^{-3}$$

Bentuk Q untuk Reaksi dengan Koefisien Dikalikan dengan Faktor Persekutuan

Mengalikan semua koefisien persamaan dengan beberapa faktor juga mengubah bentuk Q. Misalnya, mengalikan $\frac{1}{2}$ pada semua koefisien pada persamaan sebelumnya untuk pembentukan SO_3 , menghasilkan reaksi:

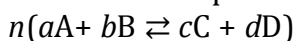


$$Q'_{\text{Cmaju}} = \frac{[\text{SO}_3]}{[\text{O}_2]^{1/2}[\text{SO}_2]}$$

Perhatikan bahwa Q_c untuk persamaan yang dibagi dua sama dengan Q_c untuk persamaan asli yang dipangkatkan

$$Q'_c (\text{fwd}) = Q_{c(\text{maju})}^{1/2} = 261^{1/2} = 16.2$$

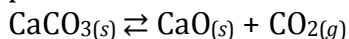
Secara umum, jika semua koefisien persamaan setara dikalikan dengan beberapa faktor, faktor tersebut menjadi eksponen untuk menghubungkan hasil bagi reaksi dan konstanta kesetimbangan. Untuk faktor pengali n , hasil bagi reaksi dan tetapan kesetimbangan dapat ditulis sebagai:



$$Q' = Q^n = \left(\frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \right)^n \text{ dan } K' = K^n$$

1.4 Bentuk Q untuk Reaksi yang Melibatkan Cairan Murni dan Padatan

Sampai saat ini, kita telah melihat kesetimbangan homogen, sistem di mana semua komponen reaksi berada dalam fase yang sama, seperti sistem gas yang bereaksi. Ketika komponen berada dalam fase yang berbeda, sistem mencapai kesetimbangan heterogen. Pertimbangkan penguraian batu kapur menjadi kapur dan karbon dioksida, di mana gas dan dua padatan membentuk komponen reaksi:



Berdasarkan aturan penulisan hasil bagi reaksi, kita punya:

$$Q_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{CaO}]}{[\text{CaCO}_3]}$$

Akan tetapi, padatan murni, seperti CaCO_3 atau CaO , selalu memiliki "konsentrasi" yang sama pada suhu tertentu, yaitu jumlah mol per liter volumenya sama, sama seperti massa jenisnya (g/cm^3) sama. pada suhu tertentu. Oleh karena itu, konsentrasi padatan murni adalah konstan, seperti halnya konsentrasi cairan murni, karena kita hanya memperhatikan

konsentrasi yang berubah saat mendekati kesetimbangan, kita menghilangkan istilah untuk cairan murni dan padatan dari hasil bagi reaksi. Kita melakukannya dengan mengalikan kedua sisi persamaan di atas dengan $[CaCO_3]$ dan membagi kedua sisi dengan $[CaO]$ untuk mendapatkan hasil bagi reaksi yang baru. Jadi, satu-satunya zat yang konsentrasinya dapat berubah adalah gas CO_2 .

$$Q'c = Qc \frac{[CaCO_3]}{[CaO]} = [CO_2]$$

Tabel 1.2. Cara penulisan Q dan menghitung K

Bentuk Kimia	Reaksi	Bentuk Q	Nilai K
Referensi reaksi maju: $A \rightleftharpoons B$		$Q_{maju} = \frac{[B]}{[A]}$	$K_{maju} = \frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}$
Reaksi balik	$B \rightleftharpoons A$	$Q_{balik} = \frac{1}{Q_{maju}} = \frac{[A]}{[B]}$	$K = \frac{1}{K_{maju}}$
Reaksi sebagai jumlah dari dua Langkah: (1) $A \rightleftharpoons C$ (2) $C \rightleftharpoons B$		$Q_{(1)} = \frac{[C]}{[A]}; Q_{(2)} = \frac{[B]}{[C]}$ $Q_{total} = Q_{(1)} \times Q_{(2)} = \frac{[C]}{[A]}$ $\times \frac{[B]}{[C]} = \frac{[B]}{[A]}$	$K_{total} = K_1 \times K_2$
Koefisien dikalikan dengan n		$Q = Q_{maju}^n$	$K = K_{maju}^n$

Tidak peduli berapa banyak CaO dan $CaCO_3$ di bejana reaksi, asalkan masing-masing ada, hasil bagi reaksi sama dengan konsentrasi CO_2 .

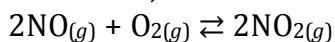
1.5 Hubungan Antara Kc dan Kp

Lebih mudah untuk mengukur tekanan gas daripada konsentrasinya dan, selama gas berperilaku hampir ideal di bawah kondisi percobaan, hukum gas ideal memungkinkan kita untuk menghubungkan variabel-variabel ini satu sama lain.

$$PV=nRT, \text{ so } P=\frac{n}{V} RT \text{ atau } \frac{P}{RT} = \frac{n}{V}$$

di mana P adalah tekanan gas dan $\frac{n}{V}$ adalah konsentrasi molarnya (M). Jadi, karena R konstan, jika T dijaga konstan, tekanan berbanding lurus dengan konsentrasi molar. Ketika zat dalam reaksi adalah gas, kita dapat menyatakan hasil bagi reaksi dan menghitung nilainya dalam bentuk tekanan parsial, bukan konsentrasi. Misalnya pada reaksi antara gas

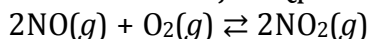
NO dan O₂,



hasil bagi reaksi berdasarkan tekanan parsial, Q_p , adalah

$$Q_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{NO}}^2 P_{\text{O}_2}^2}$$

Konstanta kesetimbangan yang diperoleh ketika semua komponen berada pada tekanan parsial kesetimbangannya disebut K_p, konstanta kesetimbangan berdasarkan tekanan. Dalam banyak kasus, K_p memiliki nilai yang berbeda dengan K_c, tetapi jika Anda mengetahui salah satunya, Anda dapat menghitung yang lain dengan mencatat perubahan jumlah (mol) gas, n_{gas} , daripersamaan seimbang. Mari kita lihat hubungan ini dengan mengubah suku-suku di Q_c untuk reaksi NO dan O₂ menjadi Q_p:



Seperti yang ditunjukkan oleh persamaan seimbang:

3 mol (2 mol +1 mol) reaktan gas $\rightleftharpoons$ 2 mol produk gas

Dengan Δ arti akhir dikurangi awal (produk dikurangi reaktan), maka didapatkan:

$$\Delta n_{\text{gas}} = \text{mol gas produk} - \text{mol reaktan gas} = 2 - 3 = -1$$

Hasil bagi reaksi berdasarkan konsentrasi adalah:

$$Q_c = \frac{[NO_2]^2}{[O_2][NO]^2}$$

Dengan mengatur ulang hukum gas ideal menjadi $n/V = P/RT$, dinyatakan konsentrasi sebagai n/V dan mengubahnya menjadi tekanan parsial, P :

$$Q_c = \frac{\frac{n_{NO_2}^2}{V^2}}{\frac{n_{NO}}{V} \times \frac{n_{O_2}}{V}} = \frac{\frac{P_{NO_2}^2}{(RT)^2}}{\frac{P_{NO}}{(RT)^2} \times \frac{P_{O_2}}{RT}} = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{NO} \times P_{O_2}} \times \frac{\frac{1}{(RT)^2}}{\frac{1}{(RT)^2} \times \frac{1}{RT}} = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{NO} \times P_{O_2}} \times RT$$

Sisi paling kanan Q_p dikalikan dengan RT : $Q_c = Q_p (RT)$.

Juga, pada kesetimbangan, $K_c = K_p (RT)$, demikian, $K_p = \frac{K_c}{RT}$, atau $K_c (RT)^{-1}$

Perhatikan bahwa eksponen suku RT sama dengan perubahan jumlah (mol) gas (Δn_{gas}) dari persamaan seimbang, jadi, secara umum, kita punya:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n_{gas}}$$

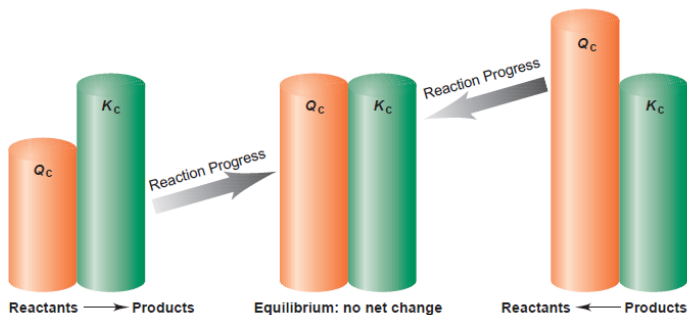
Satuan untuk tekanan parsial dalam K_p umumnya adalah atmosfer, pascal, atau torr, dipangkatkan, dan satuan R harus konsisten dengan satuan tersebut. Untuk reaksi-reaksi di mana jumlah (mol) gas tidak berubah, kita memiliki $\Delta n_{gas} = 0$, sehingga suku RT keluar dan $K_p = K_c$.

1.6 Arah Reaksi: Membandingkan Q dan K (1)

Misalkan Anda memulai reaksi dengan campuran reaktan dan produk dan Anda mengetahui konstanta kesetimbangan pada suhu reaksi. Bagaimana cara mengetahui bahwa reaksi telah mencapai kesetimbangan? Dengan membandingkan nilai Q pada waktu tertentu dengan K yang diketahui, Anda dapat mengetahui apakah reaksi ekuilibrium telah tercapai atau tidak? jika tidak, ke arah mana ia bergerak maju. Dengan suku produk di pembilang Q dan suku reaktan di penyebut, lebih

banyak produk membuat Q lebih besar, dan lebih banyak reaktan membuat Q lebih kecil.

Tiga kemungkinan ukuran relatif dari Q dan K ditunjukkan pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3. Ukuran relatif dari Q dan K

1. $Q < K$. Jika nilai Q lebih kecil dari K , penyebut (reaktan) besar relatif terhadap pembilang (kali). Agar Q sama dengan K , reaktan harus berkurang dan produk bertambah. Dengan kata lain, reaksi akan berlanjut ke kanan, menuju produk, hingga tercapai kesetimbangan:
Jika $Q < K$, reaktan $\rightarrow$ produk
2. $Q > K$. Jika Q lebih besar dari K , pembilang (produk) akan berkurang dan penyebut (reaktan) bertambah hingga kesetimbangan tercapai. Oleh karena itu, reaksi akan berlanjut ke kiri, menuju reaktan:
Jika $Q > K$, reaktan $\leftarrow$ produk
3. $Q = K$. Situasi ini hanya ada ketika reaktan dan konsentrasi produk (atau tekanan) telah mencapai nilai kesetimbangannya. Jadi, meskipun proses berlanjut pada tingkat molekuler, tidak ada perubahan bersih lebih lanjut yang terjadi:
Jika $Q = K$, reaktan $\rightleftharpoons$ produk

DAFTAR PUSTAKA

Silberberg, Martin S. ,2007. *Principles of GENERAL CHEMISTRY Second Edition*. Americas, New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.

BAB 2

KELIMPAHAN UNSUR-UNSUR GOLONGAN UTAMA

Oleh Rahmawati

2.1 Pendahuluan

Beberapa unsur logam dan non logam, baik dalam bentuk unsur ataupun senyawa, banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan beberapa unsur logam dan non logam meningkat dengan berkembang pesatnya industri, baik sebagai alat, bahan dasar, ataupun sumber energi. Jumlah unsur banyak sekali, baik yang alamiah maupun yang buatan. Unsur-unsur di alam lebih banyak berupa senyawa dibandingkan dalam keadaan bebas sesuai bentuk unsurnya. Beberapa unsur logam dapat ditemukan dalam keadaan bebas maupun dalam bentuk senyawa seperti perak, tembaga, platina, dan emas. Unsur non logam juga ada yang dalam keadaan bebas dan dalam bentuk senyawa misalnya karbon, sulfur, oksigen, dan nitrogen.

Unsur-unsur terdapat melimpah di kulit bumi, tetapi mempunyai kelimpahan yang berbeda-beda. Unsur-unsur tersebut disusun dalam tabel periodik. Pada tabel periodik unsur, golongan (pada lajur tegak) menunjukkan kemiripan sifat. Jadi unsur segolongan akan memiliki kemiripan sifat satu dengan lainnya (terutama berlaku untuk golongan utama) (Achmad, 2001).

Sistem periodik modern terdiri atas 7 periode dan 8 golongan. Setiap golongan dibagi lagi menjadi 8 golongan A (IA-VIIIA) dan 8 golongan B (IB-VIIIB). Golongan unsur kimia dibagi menjadi dua jenis, yaitu golongan A dan golongan B, yang masing-masing golongan terdiri dari delapan nomor, golongan A dan B, 1 sampai 8, jadi dari golongan 1A sampai dengan golongan VIIIB. Golongan 1A hingga VIIIA termasuk ke dalam kelompok unsur-unsur utama, sedangkan golongan IIB hingga golongan VIIIB termasuk kedalam kelompok unsur-unsur transisi.

Logam Alkali adalah unsur-unsur golongan IA (kecuali H) terdiri dari unsur H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr. Kata alkali dari bahasa Arab yang artinya abu. Arti abu bersifat basa, maka logam-logam golongan IA membentuk basa-basa kuat sehingga disebut logam alkali. Karena kereaktifannya, maka logam alkali di alam tidak ditemukan dalam keadaan bebas tetapi dalam bentuk senyawa. Logam golongan IIA tidak ditemukan sebagai unsur bebas tetapi umumnya ditemukan dalam tanah berupa senyawa tak larut. Oleh karena itu disebut logam alkali tanah yang terdiri dari unsur Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra.

Golongan IIIA disebut golongan boron aluminium yang terdiri dari unsur B, Al, Ga, In, Tl, Uut, golongan IVA disebut golongan karbon silikon yang terdiri dari unsur C, Si, Ge, Sn, Pb, Uuq, golongan VA disebut golongan nitrogen fosforus yang terdiri dari unsur N, P, As, Sb, Bi, Uup, golongan VIA disebut golongan oksigen belerang yang terdiri dari unsur O, S, Se, Te, Po, Uuh, dan golongan VIIA biasa disebut golongan halogen, meliputi fluorin (F), klorin (Cl), bromin (Br), Iodin (I), dan astatin (At). Halogen artinya pembentuk garam karena dapat bereaksi dengan logam membentuk garam. Golongan VIIIA biasa disebut dengan gas mulia, meliputi helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe), dan radon (Rn).

Pemberian nama gas mulia disebabkan karena sifatnya yang sukar untuk bereaksi (Yusuf, 2018).

Unsur gas mulia terdapat dalam bentuk bebas dan ditemukan dalam bentuk senyawa di alam. Sedangkan sisanya merupakan unsur buatan seperti plutonium dan amerisium. Kelimpahan unsur merupakan keberadaan unsur-unsur yang ada di kulit bumi yang dapat berupa unsur logam dan non logam dan dapat ditemukan dalam tanah, air, dan udara (Nurdiana, 2013).

Tabel 2.1 Kelimpahan Unsur-Unsur di Kulit Bumi

Unsur	% Massa	Unsur	% Massa
Oksigen	49.20	Klor	0.19
Silikon	25.67	Fosfor	0.11
Aluminium	7.50	Mangan	0.09
Besi	4.71	Karbon	0.08
Kalsium	3.39	Belerang	0.06
Natrium	2.63	Barium	0.04
Kalium	2.40	Nitrogen	0.03
Magnesium	1.93	Fluor	0.03
Hidrogen	0.87	Stronsium	0.02
Titanium	0.58	Unsur lain	0.47

Sumber: (Achmad, 2001)

2.2 Golongan Alkali (IA)

Semua unsur yang tergolong dalam unsur alkali ini termasuk ke dalam golongan 1A. Unsur-unsur logam alkali yang terletak pada golongan IA dalam sistem periodik unsur, meliputi Li (litium), Na (Natrium), K (Kalium), Rb (Rubidium), Cs (Sesium), dan Fr (Fransium). Logam alkali memiliki kecenderungan melepaskan elektron. Unsur logam alkali

bersifat sangat reaktif sehingga hanya dijumpai dalam bentuk senyawa di alam.

Sumber logam alkali di alam seperti natrium ditemukan sebagai natrium klorida (NaCl) yang terdapat dalam air laut, dalam bentuk sendawa Chili NaNO_3 , trona ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dan mirabilit (Na_2SO_4); kalium didapat sebagai mineral silvit (KCl), mineral karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sendawa (KNO_3), dan feldspar ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$). Selain dari kalium juga terdapat dalam air laut; unsur rubidium dan sesium dihasilkan sebagai hasil samping proses pengolahan litium dari mineralnya (Syamsidar, 2013).

Adapun sifat-sifat unsur golongan alkali, seperti dapat bersifat reduktor kuat (bereaksi dengan dengan halogen, hydrogen, belerang, dan fosfor), dapat bereaksi dengan air membentuk basa dan gas H_2 , makin ke bawah semakin kuat sifat basanya, lithium dapat bereaksi dengan nitrogen pada suhu biasa sedangkan alkali lainnya dapat bereaksi dengan nitrogen pada suhu tinggi. Semua senyawa logam alkali merupakan senyawa yang mudah larut dalam air, dengan raksa membentuk amalgam yang sangat reaktif sebagai reduktor.

Pada golongan alkali hidrogen termasuk non logam walaupun dengan alkali sama-sama memiliki satu elektron pada kulit terluarnya. Berdasarkan konfigurasi elektron diketahui semua unsur alkali memiliki 1 elektron yang terletak pada kulit terluar. Persamaan ini menyebabkan unsur-unsur alkali memiliki sifat kimia yang mirip. Walaupun memiliki sifat yang mirip tetapi unsur-unsur alkali keberadaan di alam tidak bersama-sama. Hal ini disebabkan oleh ukuran-ukuran ion alkali yang sangat berbeda satu dengan yang lainnya.

Unsur-unsur alkali sangat reaktif atau mudah bereaksi dengan unsur lain karena mereka mudah melepaskan elektron terluarnya. Logam alkali merupakan unsur logam yang sangat

reaktif dibanding logam golongan lain. Hal ini disebabkan pada kulit terluarnya hanya terdapat satu electron dan energi ionisasi yang lebih kecil dibanding unsur golongan lain. Dalam satu golongan, dari atas ke bawah, kereaktifan logam alkali makin bertambah seiring bertambahnya nomor atom (Nurdiana, 2013).

Salah satu unsur alkali yang banyak di alam adalah Natrium dalam bentuk ion Na^+ yang banyak ditemukan di dalam air laut dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari contohnya sebagai garam dapur (NaCl). Kelimpahan unsur Na dan K cukup tinggi dan menduduki urutan ke enam dan ke tujuh di kulit bumi.

Natrium (Na) dan kalium (K) terdapat di alam (litosfer) dalam jumlah besar, umumnya sebagai deposit garam batuan NaCl dan karnalit KCl , MgCl_2 , $6\text{H}_2\text{O}$, Litium, rubidium dan cesium kelimpahannya lebih rendah dan terdapat dalam mineral silikat. Litium dan natrium sebagai logam bebas diperoleh dengan cara reduksi elektrolisis lelehan garam kloridanya. Sistem harus bebas air, karena adanya air maka justru air yang akan tereduksi. Dalam campuran halida-halida logam, kation yang mempunyai potensial reduksi paling negatif akan diendapkan lebih dulu.

Natrium dan kalium sangat melimpah di kerak bumi sedangkan litium, rubidium dan sesium kelimpahannya sangat sedikit. Kelimpahan logam alkali yang paling sedikit adalah francium. Hal ini disebabkan francium merupakan unsur radioaktif yang memancarkan sinar beta (β) dengan waktu paruh yang pendek sekitar 21 menit, kemudian segera berubah menjadi unsur thorium. Logam francium dihasilkan dari unsur aktinium dengan pemancaran sinar alpha (α) (Syamsidar, 2013).

Adapun kelimpahan unsur logam alkali di alam dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Kelimpahan Unsur-Unsur Alkali di Alam

No.	Unsur	Kelimpahan Mineral/ Senyawa Logam Alkali
1.	Lithium	Sebagai mineral silikat, <i>spodumen</i> $\{\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2\}$ dan <i>lepidolit</i> $\{\text{Li}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3\text{FeOH}_2\}$
2.	Natrium	Sebagai NaCl banyak terdapat dalam air laut, <i>borak</i> $(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$, <i>trona</i> $(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$, <i>saltpeter</i> (NaNO_3) dan <i>mirabilit</i> (Na_2SO_4) .
3.	Kalium	Sebagai <i>sylvit</i> (KCl), <i>sylvinite</i> (campuran KCl dan NaCl), <i>karnalit</i> (garam rangkap $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).
4.	Rubidium	Sebagai pengotor dalam <i>lepidolit</i> $(\text{Rb}_2(\text{FOH})_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3)$
5.	Sesium	Sebagai <i>pollusit</i> $(\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{26} \cdot \text{H}_2\text{O})$
6.	Fransium	Sedikit sekali, berasal dari peluruhan Aktinium (Ac). Bersifat radioaktif dengan waktu paruh 21.8 menit.

Sumber: (Achmad, 2001)

2.3 Golongan Alkali Tanah (IIA)

Unsur golongan alkali tanah terletak pada golongan IIA dalam sistem periodik unsur, yang meliputi Be (berilium), Mg (magnesium), Ca (kalsium), Sr (stronsium), Ba (barium), dan Ra (radium). Unsur-unsur golongan IIA disebut juga alkali tanah sebab unsur-unsur tersebut bersifat basa dan banyak ditemukan dalam mineral tanah. Logam alkali tanah umumnya reaktif, tetapi kurang reaktif jika dibandingkan dengan logam alkali. Unsur-unsur logam alkali tanah hanya ditemukan di alam dalam bentuk senyawa karena bersifat reaktif. Berilium

ditemukan dalam bentuk mineral yang disebut beril dan magnesium ditemukan dalam mineral air laut seperti dolomit.

Logam-logam alkali tanah menunjukkan kecenderungan sifat yang sama dengan yang terobservasi pada logam-logam alkali. Akan tetapi berilium berbeda dari yang lainnya dalam golongan dan berbeda sangat jauh dibandingkan perbedaan antara litium dengan logam-logam alkali lainnya. Hal ini disebabkan karena atom berilium dan ion Be^{2+} keduanya sangat kecil dan peningkatan ukuran relatif dari Be^{2+} ke Mg^{2+} adalah empat kali lipat lebih besar dibandingkan antara Li^+ dan Na^+ . Berilium juga menunjukkan sifat kemiripan diagonal dengan aluminium pada golongan IIIA.

Golongan alkali tanah memiliki sifat-sifat seperti bersifat reduktor kuat meskipun tidak sekuat alkali, dapat bereaksi dengan halogen, karbon, belerang dan nitrogen, dapat bereaksi dengan air menghasilkan bas dan gas H_2 , bersifat basa lemah bahkan menunjukkan sifat amfoter, kelarutan hidroksida yang makin ke bawah makin besar, sedangkan kelarutan garam kromat, karbonat, sulfat makin kecil.

Logam-logam alkali tanah banyak terdapat dalam kerak bumi sebagai silikat, fosfat, dan sulfat. Logam berilium tidak begitu banyak terdapat di kerak bumi, bahkan hampir bisa dikatakan tidak ada. Logam Be di alam dapat bersenyawa menjadi mineral beril ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$) dan krisoberil (Al_2BeO_4).

Logam Sr dan Ba terdapat lebih sedikit sebagai sulfat dan karbonat. Stronsium berada di kerak bumi dengan jumlah 0.03 %. Stronsium terdapat dalam celestit (SrSO_4), dan stronsianat (SrCO_3). Sedangkan barium berada di kerak bumi sebanyak 0.04 %. Barium ditemukan dalam barit, BaSO_4 , dan witerit, BaCO_3 . Radium terdapat dalam jumlah kecil pada bijih uranium, sebagai unsur radioaktif. Radium jarang ditemukan, biasanya terdapat dalam tambang uranium.

Kalsium merupakan unsur keenam paling melimpah di muka bumi (4.66 %) dan terdapat di seluruh bumi dalam mineral-mineral yang umum. Keberadaan kalsium banyak ditemukan pada cangkang kerang karena mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO_3). Ada dua bentuk kristal CaCO_3 yaitu calcite dan aragonite. Calcite adalah mineral yang lebih umum, membentuk kristal rombohedral yang tak-berwarna. Aragonite adalah ortorombik dan umumnya berwarna merah-kecoklatan atau kuning. Batu kapur secara komersial penting sebagai sumber kapur, CaO .

Magnesium dan kalsium terdapat dalam mineral Mg dalam karnalit ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), selain itu juga terdapat ion Mg^{+} dan Ca^{2+} dalam air laut. Kalsium di alam terdapat dalam senyawaan seperti CaCO_3 dalam kalsit, batu kapur (gamping), pualam, batu karang, dan kulit kerang; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam gips atau albar atau batu tahu; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam tulang; dan CaF_2 . Sebagian besar cadangan batu kapur Indonesia terdapat di Sumatra Barat. Gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan anhidrat CaSO_4 merupakan mineral utama kalsium. Gypsum digunakan dalam pembuatan semen Portland, papan plester dan dalam pembuatan gelas.

Magnesium merupakan unsur keenam paling limpah di muka bumi (2.76 %). Garam magnesium terdapat sekitar 0.13 % dalam air laut. Magnesium di alam terdapat sebagai garam-garam karbonat, klorida, silikat, dan sulfat. Misal magnesit (MgCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), kiserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), asbes ($\text{CaSiO}_3 \cdot 3\text{MgSiO}_3$), talek ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dan mika yaitu berbagai jenis Al-Mg-K-Silikat. Dolomit banyak ditemukan di

Sumatra Utara, Sumatra Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Madura dan Papua.

Oleh karena pengaruh pelapukan, Mg dibebaskan dari garam-garam silikat dan merupakan bagian dari tanah yang dapat diserap oleh tumbuh-tumbuhan. Mg adalah salah satu zat yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan (dalam klorofil). Magnesium dan kalsium terdapat dalam batuan silikat dan aluminosilikat sebagai kationik. Oleh karena kation-kation dalam silikat itu larut dalam air dan terbawa oleh air hujan ke laut maka ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} banyak ditemukan di laut, terutama pada kulit kerang sebagai CaCO_3 . Kulit kerang dan hewan laut lainnya yang mati berakumulasi membentuk deposit batu kapur. Magnesium dalam air laut bereaksi dengan sedimen kalsium karbonat menjadi dolomit, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (Syamsidar, 2013).

Adapun kelimpahan unsur logam alkali di alam dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Kelimpahan Unsur-Unsur Alkali Tanah di Alam

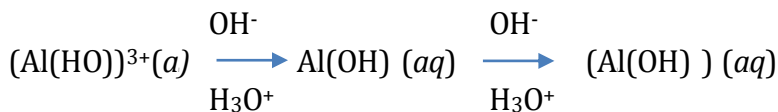
No.	Unsur	Kelimpahan Mineral/ Senyawa Logam Alkali
1.	Berilium	Sebagai <i>beril</i> ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$), dan <i>fenakit</i> (Be_2SiO_4)
2.	Magnesium	Sebagai <i>dolomit</i> ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), <i>magnesit</i> (MgCO_3), <i>kieserit</i> ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), <i>karnalit</i> ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), <i>krisotil</i> ($\text{Mg}_3(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$) (asbestos), dan <i>mika</i> $\text{K}^+[\text{Mg}_3(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})]^-$
3.	Kalsium	Sebagai <i>batu kapur</i> (CaCO_3), <i>gips</i> ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), <i>fluoroapatit</i> $\{3(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2)\}$, <i>fluorit</i> (CaF_2)
4.	Stronsium	Sebagai <i>selestit</i> (SrSO_4) dan <i>stronsianit</i> (SrCO_3)
5.	Barium	Sebagai <i>barit</i> (BaSO_4) dan <i>witerit</i> (BaCO_3)
6.	Radium	Hanya sedikit terdapat di alam dan merupakan peluruhan dari pitchblende atau uraninite (U_3O_8)

Sumber: (Achmad, 2001)

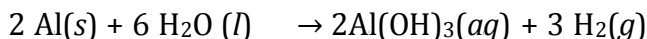
2.4 Golongan IIIA (Boron dan Aluminium)

Dalam sistem periodik unsur aluminium terletak pada golongan IIIA dan periode ketiga, yang merupakan unsur peringkat ketiga terbanyak di kulit bumi (7,5 %) setelah unsur oksigen dan silikon. Unsur-unsur dari golongan IIIA adalah boron (B), aluminium (Al), galium (Ga), indium(In), dan thalium (Tl). Golongan ini memiliki sifat yang berbeda dengan golongan IA dan golongan IIA. Boron adalah unsur yang tidak reaktif pada suhu biasa. Bila bereaksi, tidak ada kecenderungan dari atom unsur boron untuk kehilangan elektron-elektron terluar dan membentuk kation sederhana yaitu B^{3+} .

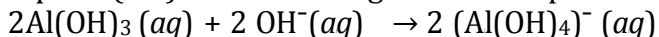
Unsur yang terpenting pada golongan IIIA adalah aluminium. Sejumlah garam aluminium seperti halnya logam golongan IIIA mengkristal dalam larutannya sebagai hidrat. Misalnya senyawa $AlX_3 \cdot 6H_2O$ (di mana $X = Cl^-, Br^-, I^-$). Aluminium bersifat amfoter. Perhatikan reaksi berikut. Aluminium dapat berlaku asam atau basa dikarenakan kecenderungan yang kuat untuk dioksidasi menjadi Al^{3+} . Mekanisme reaksi dapat dilihat persamaan reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini terjadi pada permukaan aluminium yang bersih tetapi dalam larutan asam atau dengan kehadiran basa kuat, lapisan tipis $Al(OH)_3$ ini larut dengan reaksi seperti berikut. Aluminium dapat berlaku asam atau basa dikarenakan kecenderungan yang kuat untuk dioksidasi menjadi Al^{3+} . Mekanisme reaksi dapat dilihat pada persamaan reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini terjadi pada permukaan aluminium yang bersih tetapi dalam larutan asam atau dengan kehadiran basa kuat, lapisan tipis $\text{Al}(\text{OH})_3$ ini larut dengan reaksi seperti berikut:



Kelimpahan di alam banyak terdapat dalam bentuk senyawa, mengingat unsur logam aluminium bersifat reaktif. Bijih Aluminium yang paling penting adalah *bauksit* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan *kriolit* sebab dari mineral tersebut Al dapat diperoleh secara ekonomis. Umumnya Al terdapat pada batuan aluminosilikat (ditemukan bergabung dengan silikon dan oksigen) yang banyak ditemukan dalam karang sebagai granit dan tanah liat, seperti *felspar* (KAlSi_3O_8 atau $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), dan *mika* $\{\text{KH}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3$ atau $\text{NaH}_2\text{-Al}_3(\text{SiO}_4)_3\}$. Al sebagai oksida seperti *korundum* (Al_2O_3) dan Al sebagai fluorida berbentuk *kriolit* (Na_3AlF_6), tetapi jika ion Al^{3+} tercampuri ion Cr^{3+} menghasilkan warna merah seperti *ruby*. Jika tercampur ion Fe^{3+} atau Ti^{3+} , menghasilkan warna biru seperti *safir*. Aluminium sebagai fluorida berbentuk *kriolit* (Na_3AlF_6).

Selain itu, kelimpahan aluminium terdapat dalam berbagai senyawaan, seperti batu manikam (Al_2O_3), tanah liat ($\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$), kriolit ($\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$), bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Bauksit merupakan bahan terpenting untuk memperoleh aluminium antara lain terdapat di Kepulauan Riau, dan Pulau Bintan. Mineral aluminium yang bernilai ekonomis adalah bauksit yang merupakan satu-satunya sumber aluminium. Bauksit mengandung aluminium dalam bentuk aluminium oksida (Al_2O_3). Kriolit digunakan pada peleburan aluminium, sedang tanah liat banyak digunakan untuk membuat batubata, keramik. Di Indonesia, bauksit banyak ditemukan di pulau Bintan dan di tayan (Kalimantan Barat). **Aluminium (Al)** adalah unsur logam yang biasa dijumpai dalam kerak bumi yang terdapat dalam batuan seperti felspar dan mika.

Umumnya juga dalam bentuk **aluminium silikat** dan campurannya dalam logam lain seperti natrium, kalium, kalsium & magnesium. Kelimpahan Aluminium dalam kulit bumi (ppm) sebesar 81,300.

Aluminium digunakan untuk membuat barang-barang keperluan rumah tangga, misal piring, mangkok, dan sendok; untuk membuat rangka dari mobil dan pesawat terbang; sebagai bahan cat aluminium (serbuk aluminium dengan minyak cat). Aluminium dapat dicairkan menjadi lembaran tipis yang dipakai untuk pembungkus cokelat, rokok dan juga sebagai kaleng minuman bersoda. Daun aluminium atau logam campuran dengan Mg dipakai sebagai pengisi lampu Blitz, disamping gas oksigen. Selanjutnya aluminium dipakai untuk membuat beberapa macam logam campur, diantaranya yang penting ialah duraluminium (paduan 94% aluminium dengan Cu, Mn, Mg), yang terutama dipakai dalam industri pesawat terbang, dan mobil.

Boron terdapat di dalam deposit dari borat (larut) seperti boraks dengan rumus ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Asam borat terdapat dalam aliran lava gunung berapi. Di alam boron terdapat dalam dua jenis isotop, yaitu ^{10}B (18.83 %) dan ^{11}B (81.17 %). Di alam boron selalu dalam keadaan teroksidasi, terutama sebagai borat-borat. Hampir semua senyawa boron kalau dipanaskan atau dihidrolisa berubah menjadi oksida, asam borat atau borat.

Boron tidak ditemukan bebas di alam, melainkan dalam senyawaan seperti silika, silikat, dan borat. Senyawaan boron yang utama dan tidak melimpah adalah asam borat (H_3BO_3) dan natrium borat terhidrasi atau boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) (Syamsidar, 2013).

2.5 Golongan IVA (Karbon dan Silikon)

Karbon dan silikon termasuk unsur golongan IVA, dengan anggota unsur golongan IVA lainnya yaitu germanium (Ge), timah (Sn), plumbum (Pb). Karbon terdapat di alam dalam keadaan bebas seperti intan dan grafit. Adapun dalam keadaan ikatan sebagai bahan bakar mineral, antrasit, batubara, dan sebagai minyak tanah, aspal, gas CO₂, dan CaCO₃. Karbon di alam juga terdapat sebagai hasil pembuatan arang amorf, misalkan kokas dari penyulingan kering batubara, arang kayu dari pembakaran kayu. Karbon amorf adalah grafit yang hablur-hablurnya sangat halus.

Karbon ditemukan di alam dalam tiga bentuk alotropik: amorphous, grafit dan berlian. Diperkirakan ada bentuk keempat, yang disebut karbon. *Ceraphite* (serafit) merupakan bahan terlunak, sedangkan berlian bahan yang terkeras. Grafit ditemukan dalam dua bentuk: alfa dan beta. Mereka memiliki sifat identik, kecuali struktur kristal mereka. Grafit alami dilaporkan mengandung sebanyak 30 % bentuk beta, sedangkan bahan sintesis memiliki bentuk alfa. Bentuk alfa hexagonal dapat dikonversi ke beta melalui proses mekanikal, dan bentuk beta kembali menjadi bentuk alfa dengan cara memanaskannya pada suhu di atas 1000 °C.

Karbon terakumulasi sebagai hasil dari penggabungan bintang di kebanyakan bintang. Karbon dijumpai di kerak bumi dengan konsentrasi 440 ppm (part per million). Karbon juga ditemukan di laut dengan konsentrasi 28 ppm. Karbon di atmosfer berbentuk karbon monoksida, karbon dioksida, dan metana. Karbon merupakan konstituen kunci dari mineral karbonat dan hidrogen karbonat yang mana ditemukan di laut. Info mengejutkan bahwa 22,8 % tubuh manusia terdiri dari karbon. Karbon biasa juga disebut arang.

Bagian terbesar dari karbon yang berada di atmosfer bumi adalah gas karbon dioksida (CO_2). Meskipun jumlah gas ini merupakan bagian yang sangat kecil dari seluruh gas yang ada di atmosfer (sekitar 0,04% dalam basisi molar meskipun sedang mengalami kenaikan), namun gas tersebut memiliki peranan yang penting dalam kehidupan. Gas-gas lain yang mengandung karbon di atmosfer adalah gas metana dan kloro fluoro karbon atau CFC (CFC ini merupakan gas artificial atau buatan). Gas – gas tersebut adalah gas rumah kaca yang konsentrasinya di atmosfer telah bertambah dalam dekade terakhir ini, dan berperan dalam pemanasan global.

Karbon dioksida ditemukan di atmosfer bumi dan terlarut dalam air. Karbon juga merupakan bahan batu besar dalam bentuk karbonat unsur-unsur berikut: kalsium, magnesium, dan besi. Batubara, minyak dan gas bumi adalah hidrokarbon. Karbon sangat unik karena dapat membentuk banyak senyawa dengan hidrogen, oksigen, nitrogen dan unsur-unsur lainnya. Dalam banyak senyawa ini atom karbon sering terikat dengan atom karbon lainnya. Ada sekitar sepuluh juta senyawa karbon, ribuan di antaranya sangat vital bagi kehidupan. Tanpa karbon, basis kehidupan menjadi mustahil. Walau silikon pernah diperkirakan dapat menggantikan karbon dalam membentuk beberapa senyawa, sekarang ini diketahui sangat sukar membentuk senyawa yang stabil dengan untaian atom-atom silikon. Atmosfir planet Mars mengandung 96,2 % CO_2 . Beberapa senyawa-senyawa penting karbon adalah karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), karbon disulfida (CS_2), kloroform (CHCl_3), karbon tetraklorida (CCl_4), metana (CH_4), etilen (C_2H_2), asetilen (C_2H_2), benzena (C_6H_6), asam cuka (CH_3COOH) dan turunan-turunan.

Silikon dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IVA dan periode ketiga. Silikon merupakan unsur kedua terbanyak di kulit bumi setelah oksigen (25.67 %).

Kelimpahan unsur silikon di alam banyak ditemukan dalam bentuk senyawa silikat yaitu senyawa silikon dengan oksigen (SiO_2) dan sebagai kompleks silikat yang tersusun dari SiO_2 dengan oksida yang lain, seperti CaO , MgO , dan K_2O , misalnya *tanah lempung*, *mika* (*muskonit* ($\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$), *granit*, dan *kuarsa* SiO_2 (silikat) (Ambarsari, 2020).

Silikon dapat dijumpai di kerak bumi dengan konsentrasi 28%. Hal itu membuat silikon menempati peringkat kedua unsur yang paling melimpah di bumi. Konsentrasi silikon pada air laut bervariasi antara 30 ppb (part per billion) di permukaan air laut hingga 2000 ppb di kedalaman. Debu silikon sering terjadi di atmosfer bumi. Mineral silikat merupakan mineral yang paling banyak ditemukan di alam. Di tubuh manusia, silikon ada sekitar 14,3 %.

Silikon terdapat di matahari dan bintang-bintang dan merupakan komponen utama satu kelas bahan meteor yang dikenal sebagai *aerolites*. Silikon juga merupakan komponen *tektites*, gelas alami yang tidak diketahui asalnya. Silikon membentuk 25.7% kerak bumi dalam jumlah berat, dan merupakan unsur terbanyak kedua, setelah oksigen. Silikon tidak ditemukan bebas di alam, tetapi muncul sebagian besar sebagai oksida dan sebagai silikat. Pasir, *quartz*, batu kristal, *amethyst*, *agate*, *flint*, *jasper* dan opal adalah beberapa macam bentuk silikon oksida. Granit, *hornblende*, asbestos, *feldspar*, tanah liat, *mica*, dsb merupakan contoh beberapa mineral silikat.

Silikon dipersiapkan secara komersil dengan memanaskan silika dan karbon di dalam tungku pemanas listrik, dengan menggunakan elektroda karbon. Beberapa metoda lainnya dapat digunakan untuk mempersiapkan unsur ini. *Amorphous* silikon dapat dipersiapkan sebagai bubuk cokelat yang dapat dicairkan atau diuapkan. Proses Czochralski biasanya digunakan untuk memproduksi kristal-kristal silikon

yang digunakan untuk peralatan semikonduktor. Silikon super murni dapat dipersiapkan dengan cara dekomposisi termal triklorosilan ultra murni dalam atmosfer hidrogen dan dengan proses *vacuum float zone* (Syamsidar, 2013).

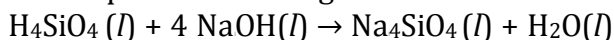
Suatu sifat kimia yang penting dari karbon dan silikon adalah kecenderungannya untuk membentuk molekul yang sangat besar. Atom-atom karbon bergabung satu sama lain dengan membentuk rantai atom yang tak terbatas ragamnya. Atom karbon juga cenderung membentuk ikatan kovalen tunggal, ikatan kovalen rangkap dua, dan ikatan kovalen rangkap tiga. Sedangkan silikon cenderung membentuk hanya ikatan tunggal.

Sifat kimia silikon, antara lain seperti berikut:

1. Silikon bereaksi dengan halogen, secara umum reaksi yang terjadi dapat dituliskan seperti berikut.



2. Bila silikon dipanaskan dengan oksigen akan membentuk oksida SiO_2 , sehingga apabila oksida ini bereaksi dengan air membentuk dua asam yaitu asam ortosilikat (H_4SiO_4) dan asam metasilikat H_2SiO_3 . Senyawa ini tidak larut dalam air tetapi bereaksi dengan basa.



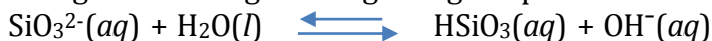
3. Silikon membentuk garam dari asam oksi, antara lain:

- Na_2SiO_3 = natrium metasilikat

- Mg_2SiO_4 = magnesium ortosilikat

- $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ = litium aluminium metasilikat

4. Semua silikat membentuk larutan yang bersifat basa yang dapat dilarutkan dalam air, dimana ion SiO_3^{2-} bertindak sebagai basa dengan menghilangkan proton dari air.



5. Silikon membentuk molekul-molekul dan ion-ion raksasa, di mana atom oksigen menempati kedudukan yang berselang-seling (Syamsidar, 2013).

2.6 Golongan VA (Nitrogen dan Fosfor)

Unsur pada golongan VA adalah Nitrogen (N), dimana bentuk diatomik dari nitrogen adalah unsur yang paling utama dari udara. Unsur-unsur yang lain adalah termasuk Fosfor (P), Arsen (As), Antimon (Sb), Bismut (Bi). Unsur-unsur golongan ini menunjukkan bahwa semua komponen-komponen dari unsur ini mempunyai 5 elektron pada kulit terluarnya, 2 elektron terletak di subkulit s dan 3 terletak di subkulit p. Oleh karena itu mereka kekurangan 3 elektron di kulit terluarnya. Nitrogen biasanya ditemukan sebagai gas tanpa warna, tanpa bau, tanpa rasa dan merupakan gas diatomik bukan logam yang stabil, sangat sulit bereaksi dengan unsur atau senyawa lainnya. Nitrogen dinamakan zat lemas karena zat ini bersifat malas, tidak aktif bereaksi dengan unsur lainnya. Nitrogen mengisi 78,08 persen atmosfer bumi dan terdapat dalam banyak jaringan hidup. Nitrogen membentuk banyak senyawa penting seperti asam amino, amoniak, asam nitrat, dan sianida.

Nitrogen merupakan unsur yang paling melimpah yang dapat dengan mudah diakses oleh manusia. Di alam, nitrogen berbentuk sebagai senyawa N_2 dengan kadar 78,03 % volum dan 75,45 % berat. Nitrogen adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, serta mencair pada suhu $-195,8^\circ\text{C}$ dan membeku pada suhu -210°C . Nitrogen diperoleh dengan cara distilasi bertingkat udara cair. Mula-mula udara disaring untuk dibersihkan dari debu. Udara bersih yang diperoleh kemudian dikompresikan yang menyebabkan suhu udara meningkat. Setelah itu dilakukan pendinginan. Pada tahap ini, air dan karbon dioksida membeku sehingga sudah dapat dipisahkan. Setelah melalui menara pendingin, udara kemudian diekspansikan sehingga suhu akan turun lagi dan sebagian udara akan mencair, sedangkan udara yang belum mencair disirkulasikan/dialirkan lagi ke dalam kompresor.

Bentuk senyawa nitrogen terdiri dari hidrida utama nitrogen ialah amonia (NH_3) walaupun hidrazina (N_2H_4) juga banyak ditemukan. Amonia bersifat basa dan terlarut sebagian dalam air membentuk ion ammonium (NH_4^+). Ammonia cair sebenarnya sedikit amfiprotik dan membentuk ion ammonium dan amida (NH_2^-), keduanya dikenal sebagai garam amida dan nitride (N^{3-}), tetapi terurai dalam air. Gugus bebas amonia dengan atom hidrogen tunggal atau ganda dinamakan amina. Rantai, cincin atau struktur hidrida nitrogen yang lebih besar juga diketahui tetapi tak stabil.

Fosfor adalah unsur kimia yang memiliki lambang P dengan nomor atom 15. Fosfor berupa non logam, bervalensi banyak, termasuk golongan nitrogen, banyak ditemui dalam batuan fosfat anorganik dan dalam semua sel hidup tetapi tidak pernah ditemui dalam bentuk unsur bebasnya. Fosfor amatlah reaktif, memancarkan pendar cahaya yang lemah ketika bergabung dengan oksigen, ditemukan dalam berbagai bentuk, dan merupakan unsur penting dalam makhluk hidup.

Fosfor di alam terdapat dalam bentuk fosfat dan fluorapatit. Fosfor juga terdapat pada tulang dan batuan fosfor. Pengolahan fosfor diekstrasikan dari tulang dengan mereaksikan asam sulfat dan arang, dan dengan mereduksi mineral fosfor dengan karbon dan penambahan silika. Fosfor terdapat dalam dua bentuk, yaitu fosfor putih dan fosfor merah.

Fosfor putih adalah molekul dengan komposisi P_4 . Fosfor putih memiliki titik leleh rendah (mp 44.1°C) dan larut dalam benzen atau karbon disulfida. Karena fosfor putih piroforik (*mudah meledak karna terbakar secara spontan di udara*) dan sangat beracun, fosfor putih harus ditangani dengan hati-hati. Fosfor putih terdapat pada batu fosfat di alam. Fosfor putih larut di air dan alcohol. Fosfor putih akan berpendar dalam ruang gelap yang disebut sebagai fosforesensi. Fosfor putih

bersifat racun dan harus disimpan di bawah air. Fosfor merah kurang reaktif daripada fosfor putih, tidak beracun, tapi dalam jumlah besar dapat meledak. Fosfor merah juga digunakan sebagai kembang api dan korek api. Fosfor hitam dapat menghantarkan listrik dan tidak mempunyai kegunaan komersial yang signifikan.

Fosfor ada di golongan 15 dengan logam metalloid lainnya tetapi fosfor biasa diklasifikasikan sebagai non logam yang menyerupai nitrogen. Fosfor diketahui mempunyai 10 bentuk alotropik. Alotropik adalah ketidakbiasaan angka yang tinggi untuk semua unsur. Sebuah sistem dikategorikan sebagai alotropik melalui 3 warna yang dibuat untuk menjaga lintasannya. Tiga warna itu adalah putih, merah, dan hitam fosfor. Fosfor putih mempunyai bentuk seperti lilin putih yang berubah sedikit menjadi kuning dengan bertambahnya waktu dan pengotor. Alfa alotropik membentuk struktur kristal kubus dan beta alotropik membentuk struktur kristal heksagonal. Fosfor putih adalah unsure yang paling berguna dari ketiga jenis alotropik dan digunakan pada proses pembuatan dua alotropik lainnya.

Fosfor merah berstruktur amorf dan strukturnya tidak jelas. Komponen utamanya diasumsikan berupa rantai yang dibentuk dengan polimerisasi molekul P_4 sebagai hasil pembukaan satu ikatan P-P. Fosfor merah tidak bersifat piroforik dan tidak beracun, dan digunakan dalam jumlah yang sangat banyak untuk memproduksi korek dan sebagainya.

Fosfor hitam adalah isotop yang paling stabil dan didapatkan dari fosfor putih pada tekanan tinggi (sekitar 8 GPa). Fosfor hitam memiliki kilap logam dan berstruktur lamellar (*berlapis*). Walaupun fosfor hitam bersifat semikonduktor pada tekanan normal, fosfor hitam menunjukkan sifat logam pada tekanan tinggi (10 GPa) (Syamsidar, 2013).

2.7 Golongan VI (Oksigen dan Belerang)

Unsur belerang dan oksigen dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan VIA periode ketiga. Oksigen merupakan unsur yang paling banyak di bumi dan merupakan elemen paling penting dalam kehidupan. Di atmosfer bumi tersusun oksigen sebanyak 23 %, 46 % pada litosfer dan lebih dari 85 % dalam hidrosfer. Semua makhluk hidup membutuhkan oksigen untuk proses respirasi (pernapasan). Oksigen terdapat di alam dalam keadaan bebas dan dalam bentuk senyawa. Dalam keadaan bebas di alam, oksigen mempunyai dua alotropi, yaitu gas oksigen (O_2) dan gas ozon (O_3). Kelimpahan oksigen di alam ± 20 % dan dalam air ± 5 %. Unsur oksigen mudah bereaksi dengan semua unsur, kecuali dengan gas mulia ringan. Gas oksigen tidak berwarna (oksigen padat/cair/lapisan tebal oksigen berwarna biru muda), tidak berbau, dan tidak berasa sehingga tidak terdeteksi oleh panca indra.

Oksigen mengembun pada -183 °C dan membeku pada $-218,4$ °C. Oksigen merupakan oksidator yang dapat mengoksidasi logam maupun nonlogam. Secara industri, dengan proses pemisahan kriogenik distilasi udara akan diperoleh oksigen dengan kemurnian 99,5 %, sedangkan dengan proses adsorpsi vakum akan diperoleh oksigen dengan kemurnian 90 – 93 %.

Oksigen merupakan unsur gas, menyusun 21 % volume atmosfer dan diperoleh dengan pencairan dan penyulingan bertingkat. Atmosfer Mars mengandung oksigen sekitar 0.15 %. Dalam bentuk unsur dan senyawa, oksigen mencapai kandungan 49.2 % berat pada lapisan kerak bumi. Sekitar dua pertiga tubuh manusia dan sembilan persepuluh air adalah oksigen. Di laboratorium, oksigen bisa dibuat dengan elektrolisis air atau dengan memanaskan $KClO_3$ atau barium peroksida atau natrium peroksida dengan MnO_2 sebagai

katalis. Sedangkan untuk keperluan industri, oksigen dibuat melalui proses destilasi (penyulingan) bertingkat dari udara cair dan melalui proses elektrolisis air.

Dalam keadaan bebas, oksigen berwujud gas O_2 yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Gas oksigen dalam atmosfer bumi menempati porsi yang cukup besar, yaitu menempati 21 % volum atmosfer atau 23,15 % berat atmosfer. Sedangkan pada tubuh manusia, oksigen menempati sekitar 65 % berat tubuh. Selain itu, oksigen juga membentuk allotrop seperti ozon (O_3) yang terdapat dalam atmosfer dan berfungsi untuk melindungi bumi dari bahaya radiasi ultraviolet dari matahari.

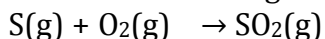
Oksigen yang sangat reaktif, adalah komponen ratusan ribu senyawa organik dan dapat bergabung dengan kebanyakan unsur kecuali dengan unsur-unsur gas mulia. Dalam bentuk senyawa, oksigen terdapat pada senyawa-senyawa nitrat, sulfat, fosfat, senyawa-senyawa organik, dan senyawa-senyawa lainnya (Syamsidar, 2013).

Belerang berasal dari bahasa Latin yaitu sulphurium yang artinya batu belerang. Kelimpahan unsur belerang di alam ada yang ditemukan dalam keadaan bebas dan dalam bentuk persenyawaan (senyawa sulfida dan sulfat). Dalam keadaan bebas banyak ditemukan di daerah pegunungan vulkanik (dalam jumlah sedikit (0,06 %) di kedalaman ≥ 100 m bawah tanah dalam bentuk endapan. Senyawa belerang dalam bentuk sulfida misalnya *Besi Sulfida* (FeS), dan *Seng Sulfida* (ZnS). Dalam bentuk senyawa sulfat seperti *garam epsom* ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$). Belerang juga terdapat dalam gas alam seperti H_2S dan SO_2 .

Di alam, belerang terdapat dalam bentuk unsur bebas dan dalam bentuk senyawa-senyawa sulfida, seperti timbal sulfida atau galena (PbS), zinc blende (ZnS), tembaga pyrit ($CuFeS_2$), cinnabar (HgS), stibnit (Sb_2S_3) dan besi pyrit (FeS_2). Selain itu

juga terdapat dalam bentuk senyawa-senyawa sulfat seperti barit (BaSO_4) celestit (SrSO_4), dan gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) serta dalam bentuk molekul-molekul pada beberapa bahan organik, mustard, telur, rambut, protein dan bawang putih.

Belerang dapat diperoleh secara langsung di kawah gunung atau dari deposit belerang di bawah tanah dengan cara Frasch. Belerang juga dapat dipisahkan dari hidrokarbon (gas alam) yang mengandung H_2S dalam kadar tinggi. Sebagai contoh, di Kanada terdapat sumber gas alam yang mengandung H_2S 30%. Belerang dari gas alam diperoleh dengan cara mereaksikan gas H_2S tersebut dengan gas SO_2 yang diperoleh dari pembakaran belerang di udara.



Pengambilan belerang dari deposit belerang dalam perut bumi dilakukan dengan proses Frasch, yaitu dengan memompakan air super panas bertekanan tinggi (pada kondisi tekanan tinggi ini, air dibuat bersuhu sekitar 147°C) sehingga belerang meleleh (titik leleh belerang 120°C). Adanya tekanan tinggi mengakibatkan lelehan belerang keluar melalui pori-pori tanah dan membeku di permukaan tanah.

Secara umum, reaktivitas unsur golongan VI A dari atas kebawah akan menurun. Penurunan ini sangat berkaitan erat dengan elektronegatifitas dari tiap atom anggotanya. Atom O, anggota pertama dari golongan ini, mempunyai elektronegativita yang besar. Sehingga saat berikatan dengan unsur logam, persenyawaan oksida logam yang dihasilkan berupa senyawa ionik. Sedangkan atom S, yang lebih tidak reaktif dari atom O dengan elektronegatifitas yang lebih kecil pula. Hanya akan berikatan dengan logam-logam dengan reaktivitas tinggi (mempunyai elektropositif yang besar)

misalnya unsur-unsur golongan alkali, alkali tanah serta beberapa lantanida (Syamsidar, 2013).

2.8 Golongan Halogen (VIIA)

Unsur-unsur halogen terletak pada golongan VIIA dalam sistem periodik unsur yang meliputi F (fluorin), Cl (klorin), Br (bromin), I (iodin), dan At (astatin). Halogen sangat reaktif, sehingga di alam hanya ditemukan dalam bentuk senyawanya. Halogen berasal dari bahasa Yunani dari kata *halo* yang berarti garam, karena umumnya ditemukan dalam bentuk garam anorganik.

Sifat – sifat kimia dari unsur halogen seperti oksidator kuat atau mudah direduksi, dengan kenaikan sifat oksidator dari fluorin ke Iodin; sifat asam halida meliputi: sifat fisika seperti urutan titik didih asam halida adalah $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$. Hal ini karena gaya antar molekul HF adalah ikatan hidrogen sedangkan lainnya gaya dipol-dipol yang relatif lebih lemah, sifat kimia: urutan kekuatan asam halida adalah $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$; reaksi halogen dengan air adalah reaksi disproporsionasi kecuali fluorin.

Kelimpahan unsur-unsur halogen ini banyak terdapat di lautan. Di perbatasan antara Yordania dan Barat Palestina terdapat sebuah laut yang disebut laut mati, laut mati memiliki kadar garam yang cukup tinggi sehingga tidak ada kehidupan di dalamnya. Selain itu juga laut mati tidak dapat direnangi karena akibat kadar galralm yang tinggi, seseorang yang ingin berenang akan menjadi mengapung di dalamnya. Sejak dulu material yang terdapat dalam laut mati diketahui mempunyai efek untuk mempercantik kulit. Mineral yang terkandung di dalam lumpur pada kulit mati terbukti dapat memperbaiki kulit, melancarkan sirkulasi darah dan dapat membantu kesehatan (Ambarsari, 2020).

Tabel 2.4 Kelimpahan Unsur Halogen di Alam

No.	Unsur	Kelimpahan Mineral/ Senyawa Logam Alkali
1.	Fluorin	CaF_2 (Fluorspar), Na_3AlF_6 (Kriolit), $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ (Fluoroapatit), dalam gigi manusia dan hewan
2.	Klorin	- Garam NaCl, KCl, MgCl_2, dan CaCl_2 dalam air laut - Dalam kerak bumi 0,2%
3.	Bromin	Dalam senyawa logam bromida ditemukan di air laut mati, mempunyai kadar 4.500 - 5.000 ppm
4.	Iodin	- Dalam senyawa NaIO_3 (Natrium iodat) yang bercampur dengan deposit NaNO_3 di daerah Chili - Dalam larutan garam bawah tanah di Jepang dan Amerika dengan kadar sampai 100 ppm - Dalam sumber air di daerah Watudakon (Mojokerto) Jatim juga mengandung yodium dengan kadar cukup tinggi - Dalam beberapa jenis lumut, ganggang laut
5.	Astatin	Dalam kerak bumi sangat sedikit, kurang dari 30 gram, sebab unsur ini bersifat radioaktif

Sumber: (Achmad, 2001)

2.9 Golongan Gas Mulia (VIIIA)

Unsur-unsur gas mulia dalam sistem periodik terletak pada golongan VIIIA, yang meliputi: Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn). Sesuai dengan namanya, unsur-unsur gas mulia memiliki elektron valensi penuh sehingga di alam tidak ditemukan dalam bentuk senyawa, melainkan dalam bentuk atom-atom dan disebut sebagai unsur bebas. Hal ini menunjukkan bahwa gas mulia sukar bereaksi dengan unsur lain, karena susunan elektron gas mulia telah stabil. Gas mulia memiliki 8 elektron valensi (oktet) kecuali helium dengan elektron valensi (duplet).

Meskipun demikian pada tahun 1962 H. Neil Bartlett berhasil melakukan sintesa terhadap senyawa gas mulia yang pertama, yaitu XePtF_6 (xenon heksa fluoro platinat IV) dengan mereaksikan antara unsur Xe dengan PtF_6 (platina fluorida). Senyawa XePtF_6 berwujud padat dan berwarna merah. Sejak saat itu anggapan umum para ahli kimia bahwa gas mulia benar-benar tidak dapat membentuk senyawa menjadi tidak benar.

Helium dapat diperoleh dari gas alam yang diembunkan sehingga diperoleh produk yang berupa campuran Helium (He), gas Nitrogen (N_2) dan pengotor. Untuk memperoleh gas Helium murni dilakukan proses ekstraksi gas alam kemudian dilakukan pemurnian dengan proses sistem kriogenik dan adsorpsi. Kriogenik sendiri adalah pemberian tekanan pada gas alam kemudian didinginkan dengan cepat sehingga bisa dipisahkan. Kemudian dilakukan pemurnian dengan adsorpsi (Ambarsari, 2020).

Unsur gas mulia yang paling banyak terdapat di udara adalah argon, sedangkan unsur gas mulia yang paling sedikit adalah radon yang bersifat radioaktif dengan waktu paruh yang pendek (4 hari) dan meluruh menjadi unsur lain. Gas mulia kecuali radon diperoleh dengan cara destilasi bertingkat udara cair. Sedangkan radon hanya dapat diperoleh dari peluruhan radioaktif unsur radium.

Tabel 2.5 Kelimpahan Unsur Gas Mulia di Udara

No.	Unsur	Konsentrasi	
		%	ppm
1.	Helium (He)	0.00052	5.2
2.	Neon (Ne)	0.0018	18
3.	Argon (Ar)	0.934	9340
4.	Kripton (Kr)	0.0001	1
5.	Xenon (Xe)	0.000008	0.08

No.	Unsur	Konsentrasi	
		%	ppm
6.	Radon (Rn)	-	-

Sumber: (Achmad, 2001)

Logam Ar, Kr, dan Xe dapat diperoleh dengan cara dipisahkan menggunakan proses adsorpsi atau destilasi fraksionasi.

1. Proses adsorpsi

Tahap awal nitrogen dan oksigen dipisahkan terlebih dahulu dengan mereaksikan oksigen dengan Cu panas, sedangkan N₂ direaksikan dengan Mg membentuk magnesium nitrida. Hasil dari pemisahan ini (Ar, Xe, dan Kr) diadsorpsi oleh arang teraktivasi. Saat arang dipanaskan perlahan, setiap gas akan keluar dari arang. Akhirnya pada suhu ± -80 °C diperoleh Ar, sementara Kr, dan Xe diperoleh pada suhu yang lebih tinggi.

2. Proses destilasi bertingkat

Proses destilasi bertingkat adalah proses pemisahan zat berdasarkan perbedaan titik didih zat. Titik didih N₂ paling tinggi sehingga N₂ dapat dipisahkan terlebih dahulu, kemudian Ar dan O₂ dipisahkan. Sedangkan Xe dan Kr dipisahkan pada tahapan destilasi berikutnya.

Logam Ra (radon) diperoleh dari peluruhan unsur radioaktif U-238 dan peluruhan langsung Ra-226. Radon cepat meluruh menjadi unsur lain, Radon mempunyai waktu paruh 3.8 hari (Ambarsari, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H. 2001. *Kimia Unsur dan Radiokimia*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Ambarsari, T. 2020. *Modul Kimia*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nurdiana. 2013. *Buku Ajar Kimia Unsur Alkali dan Alkali Tanah*. Bandar Lampung: Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas lampung.
- Syamsidar. 2013. *Dasar Reaksi Kimia Anorganik*. Makassar: Alauddin University (AU) Press.
- Yusuf, Y. 2018. *Modul Kimia Dasar*. Depok: Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA.

BAB 3

GEJALA KERADIOAKTIFAN UNSUR-UNSUR TIDAK STABIL

Oleh Fathan Mubina Dewadi

3.1 Pendahuluan

Unsur-unsur yang tidak stabil dapat meluruh, maka dari itu perlu sebuah kajian secara kimiawi agar analisis-analisis yang diterapkan dapat berguna bagi kehidupan manusia sehari-hari. Tiga hal utama yang menjadikan ini sebagai dasar peluruhan bagi keradioaktifan unsur yaitu aktivitas total, jumlah partikel serta waktu sehingga ketiga parameter ini harus saling berkaitan (Nanda, et al., 2022).

3.2 Unsur-Unsur mencapai Kestabilan

Hal-hal lainnya yang terkait dengan unsur dengan mengkaitkan tentang konfigurasi elektron dimana unsur ini dapat stabil jika terisi. Unsur-unsur secara umum dapat disebut juga dengan unsur golongan gas mulia (Wibowo, et al., 2021). Berikut akan dijelaskan mengenai konfigurasi elektron unsur gas mulia pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Konfigurasi Elektron Unsur Gas Mulia (Hidayat, 2023)

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
He	2	2	2
Ne	10	2 8	8
Ar	18	2 8 8	8
Kr	36	2 8 18 8	8
Xe	54	2 8 18 18 8	8
Rn	86	2 8 18 32 18 8	8

3.3 Contoh Soal dan Pembahasan

Atom memiliki sebuah inti yang dimana inti tersebut bisa berubah-ubah tergantung kurun waktu. Lama kelamaan akan terus berkurang hingga menjadi setengah bagian dari jumlah awal inti atom sehingga dalam penyelesaian ini diperlukan rumus sebagai berikut (Devina, 2022).

$$N_t/N_0 = (1/2)^{t/T}$$

Berdasarkan dari rumus yang telah dijelaskan, bahwasanya terdapat parameter-parameter yang telah diketahui sebagai acuan dasar dalam perhitungan. N_t yang berarti massa atom radioaktif akhir, N_0 berarti massa atom radioaktif awal, T berarti waktu peluruhan sedangkan t merupakan waktu paruh (Abbas, et al., 2020).

Contoh soal dan pembahasan mengenai peluruhan yaitu jika massa suatu zat radioaktif yang ditemukan dari fosil yang ada sebesar 1 gram dimana diperkirakan awal mula massa ini adalah 2 gram. Jika zat ini memiliki waktu paruh senilai 2.000 tahun, berapakah nilai fosilnya (Dewadi, 2021)?

Untuk menjawab persoalan ini, maka harus diketahui parameter-parameter apa saja yang mempengaruhi terkait kasus ini. N_t pada kasus ini sebesar 1 gram. Nilai untuk N_0 sebesar 2 gram, untuk t pada persoalan ini yaitu belum

diketahui karena ini yang sedang dicari. Namun untuk nilai T sebesar 2.000 tahun (Dewadi, 2022).

$$N_t/N_0 = (1/2)^{t/T}$$
$$1/2 = (1/2)^{t/2000}$$

Dengan nilai yang sama, maka untuk $\frac{1}{2}$ bisa di hilangkan dengan $\frac{1}{2}$ disebelah kiri merupakan pangkat 1. Sehingga dengan ini dapat dicari nilai t dengan perkalian silang (Dewadi, 2016).

$$1 = t/2000$$
$$t = 2000$$

Setelah dilakukan penjabaran formula dasar, maka nilai t yang mengindikasikan usia fosil adalah 2000. Jadi usia fosil pada kasus ini adalah 2.000 tahun (Dewadi, et al., 2019). Soal lainnya mengenai peluruhan atau biasa disebut gejala keradioaktifan dengan aplikasi pada satuan waktu bulan dan biasanya ini digunakan saat menentukan usia yang lebih kecil dari 1 bagian misalkan $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ dan lain sebagainya. Rumus yang digunakan tetaplah sama (Murtalim, 2020). Jika sesudah 48 bulan masih tersisa $\frac{1}{32}$ bagian unsur radioaktif Z dari jumlah berat awal atau berat semula. Maka hitunglah lamanya waktu paruh unsur Z dalam satuan bulan (Ilham, 2022)!

Dari paragraf sebelumnya yang dijelaskan mengenai contoh soal lainnya, dan yang terpenting kita harus memahami bagian-bagian parameter yang diindikasikan sehingga memiliki nilai dan makna (Dewadi, et al., 2021). N_t pada studi kasus ini sebesar $\frac{1}{32}$ bagian. N_0 pada studi kasus ini sebesar 1 bagian. Untuk nilai t sebesar 48 bulan dan ditanyakan adalah nilai waktu paruh yang berarti $t_{1/2}$. Berikut rumus yang digunakan pada studi kasus ini yaitu (Dewadi, et al., 2021):

$$(N_t/N_0) = (1/2)^n$$

Dari rumus yang telah dijelaskan berdasarkan studi kasus terbaru, maka untuk analisis ini harus dipecah lagi dari rumus dasar karena yang digunakan pada studi kasus ini adalah rumus menghitung waktu paruh. Berikut akan dijelaskan rumus waktu paruh pada studi kasus ini (Wibowo & Dewadi, 2022).

$$t_{1/2} = t/n$$

Rumus untuk waktu paruh telah dijelaskan bahwasanya hanya memerlukan dua buah parameter yaitu parameter t dan n kemudian dengan membagi kedua parameter tersebut. Untuk mencari nilai n harus menggunakan rumus dasar seperti yang telah dijelaskan pada sesi sebelumnya. Untuk menyelesaikan studi kasus ini akan dijabarkan formulasi dan langkah-langkah persamaan sebagai berikut (Raja Ma'arof, et al., 2021).

$$(N_t/N_0) = (1/2)^n$$

$$((1/32)/1) = (1/2)^n$$

$$1/32 = (1/2)^n$$

$$(1/2)^5 = (1/2)^n$$

$$n = 5$$

$$t_{1/2} = 48/5$$

$$t_{1/2} = 9,6 \text{ bulan}$$

Dengan perhitungan yang telah diuraikan mengenai peluruhan radioaktif hitungan bulan pada studi kasus ini, besar waktu paruh adalah 9,6 bulan yang dimana 1 bulan bernilai 30

hari didapat jumlah waktu paruh adalah 288 hari (Nanda, et al., 2022).

Diketahui jika nilai sampel atau contoh pada bahan radioaktif di tanggal 2 Juli jam 19.00 WIB dalam mesin penghancur menunjukkan hitungan 1600 dps. Kemudian tanggal 12 Juli jam 19.00 WIB dibaca kembali dengan menunjukkan angka 400 dps, dalam studi kasus ini tentukanlah paruh waktu isotop radioaktif tersebut (Della, et al., 2022)!

Berdasarkan contoh soal ini maka diketahui untuk parameter A_t yang mengindikasikan angka sesudah atau dikemudian hari yang dimana nilainya adalah 400 dps. Untuk angka menunjukkan 1600 dps yang berarti parameter indikasi angka sebelum. Nilai t berarti menunjukkan waktu hitungan berdasarkan hari yaitu 10 hari. Namun yang diperlukan adalah nilai paruh waktu isotop ($t_{1/2}$) (A, et al., 2022)!

$$(A_t/A_0) = (1/2)^n$$

$$(400/1600) = (1/2)^n$$

$$1/4 = 1/2^n$$

$$(1/2)^2 = 1/2^n$$

$$n = 2$$

Dengan mengacu kepada waktu berdasarkan hari, maka nilai waktu paruh dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang membutuhkan 2 parameter yaitu nilai t dan nilai $t_{1/2}$. Dalam menghitung nilai n hanya membagi nilai waktu hitungan berdasarkan hari dan nilai paruh waktu isotop. Berikut akan dijabarkan mengenai perhitungan nilai paruh waktu (Nanda, et al., 2022).

$$n = t/(t_{1/2})$$

$$t_{1/2} = t/n$$

$$t_{1/2} = 10/2$$

$$t_{1/2} = 5 \text{ hari}$$

Berdasarkan soal yang telah dijabarkan mengenai peluruhan radioaktif, maka nilai untuk paruh waktu sebesar 5 hari. Untuk studi kasus ini cukup panjang dan memakan waktu dalam pengerjaannya sehingga hal ini cukup diperhitungkan langkah-langkahnya (Dewadi, et al., 2021).

Adanya pembahasan yang dijelaskan mengenai peluruhan, maka diperlukan nilai-nilai yang diperlukan dalam parameter-parameter peluruhan. Berikut akan dijelaskan mengenai soal-soal yang diperlukan dalam pengkajian materi peluruhan (Dimyati, et al., 2021).

3.4 Soal-Soal Latihan

1. Zat radioaktif dengan bobot 20 kg dengan waktu paruh 15 menit. Banyaknya zat yang meluruh setelah 4 jam adalah ... kg (Farahdiansari, et al., 2021)
2. Zat radioaktif dengan massa 0,25 gram dan mula-mula kemungkinan bermassa 4 gram. Dengan waktu paruh 1000 tahun maka berapa usia fosilnya (Dewadi, et al., 2021)?
3. Massa suatu zat radioaktif adalah 10 kg dengan waktu paruh sebesar 30 menit. Berapa kg banyaknya zat yang meluruh sesudah 1 jam (Meliyani , et al., 2022)?
4. Berapa usia fosilnya dengan zat yang memiliki waktu paruh 2.000 tahun dengan massa 2 gram yang diperkirakan awa mula bermassa 5 gram (Mulyadi & Dewadi, 2021)?

5. Bila terdapat sebuah unsur radioaktif dengan waktu setelah 36 bulan masih tersisa $1/16$ bagian dari bobot semula, maka dari itu dapat dinyatakan nilai waktu paruh terkait unsur Z adalah..... (Surbakti, et al., 2022)
6. Jika tersisa $1/8$ bagian dari berat semula mengenai unsur radioaktif Z dengan nilai waktu paruh dengan durasi 1 tahun, hitunglah nilai sesudah untuk unsur radioaktif Z!
7. Dengan contoh bahan radioaktif tanggal 1 Juni jam 10.00 WIB dalam mesin pencacah, menunjukkan hitungan 2000 dps. Lalu di tanggal 10 Juni jam 10.00 WIB dengan pembacaan kembali pada angka 200 dps, tentukanlah waktu paruh isotop radioaktif tersebut dalam hitungan hari!
8. Jika waktu paruh isotop radioaktif sebesar 10 hari di tanggal 10 Juli jam 12.00 WIB dengan pembacaan 300 dps, hitunglah waktu mesin pencacahan pada tanggal 1 Juli jam 12.00 WIB!

DAFTAR PUSTAKA

- Farahdiansari, A. P., Dewadi, F. M. & Rahdiana, N., 2021. Analisis Unjuk Kerja BBM dengan Eco-Racing sebagai Campuran BBM yang Ekonomis. *JTMMX*, II(1), pp. 1-5.
- Wibowo, C., Sukarno, S., Nursanti, Y. B. & Dewadi, F. M., 2022. Kebutuhan Perguruan Tinggi di Wonogiri sebagai Bagian dari Pengembangan Sumber Daya Manusia. *VISIONER : Jurnal Penelitian Komunikasi dan Sosial Politik*, IV(1), pp. 20-27.
- Abbas, A. et al., 2020. *Implementation of clustering unsupervised learning using KMeans mapping techniques*. Medan, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- A, F. M. et al., 2022. Optimization of Vapor Compression Type for Desalination of Seawater Using the DFMA Method. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore (JTMMX)*, III(1), pp. 1-8.
- A. et al., 2021. Analisis Rancangan Sel Surya untuk Kebutuhan Cadangan Energi Listrik di Kolam Wilayah Graha Raya Bintaro, Tangerang Selatan. *JTMMX*, II(1), pp. 6-12.
- Biantoro, B., 2023. *Merdeka.com*. [Online] Available at: <https://www.merdeka.com/teknologi/hebat-china-kembangkan-reaktor-nuklir-terkecil-di-dunia.html> [Accessed 12 Oktober 2016].
- Della, R. H. et al., 2022. *Kesehatan & Keselamatan Kerja Era Society 5.0*. 1st ed. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Devina. V. 2022. *Zenius*. [Online] Available at: <https://www.zenius.net/blog/peluruhan-radioaktif> [Accessed 20 Januari 2023].
- Dewadi, F. M., 2016. *Perancangan Mesin Roll Pelat Dengan Penggerak Motor Listrik Ac 1 Fasa Kapasitas Daya Listrik 180 W*, Jakarta: Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal.

- Dewadi, F. M., 2021. Efisiensi Pada Sepeda Listrik Dengan Dinamo Sepeda Sebagai Generator. *Praxis : Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat dan Jejaring*, IV(1), pp. 13-23.
- Dewadi, F. M., 2022. Klasifikasi Perpindahan Panas. In: R. Pido, ed. *Perpindahan Panas: Dasar dan Praktisi dari Perspektif Akademisi dan Praktisi*. Bandung: Indie Press, pp. 1-8.
- Dewadi, F. M., Dahlan, D. & Maulana, E., 2019. Frame e-Bike Optimization Capacity 48V. *JOJAPS*, Volume XIV, pp. 129-138.
- Dimiyati, D. et al., 2021. Evaluasi Kekuatan Resistance Spot Welding Pada Proses Tailor Welded Blankss Menggunakan Mill-Steel Beda Ketebalan. *Borobudur Engineering Research (BENR)*, I(1), pp. 96-107.
- ETICON, 2021. *eticon.co.id*. [Online] Available at: <https://eticon.co.id/mengenal-panel-surya/> [Accessed 2 September 2021].
- H., 2023. *Unsur-Unsur Mencapai Kestabilannya dengan Cara Berikatan dengan Unsur Lain*. [Online] Available at: <http://dpengertian.blogspot.com/2012/05/unsur-unsur-mencapai-kestabilannya.html> [Accessed 21 Januari 2023].
- Ilham, A., 2022. *soalkimia*. [Online] Available at: <https://soalkimia.com/soal-unsur-radioaktif/> [Accessed 21 Januari 2023].
- K., Nanda, R. A., A. & Dewadi, F. M., 2022. Pelatihan Pemanfaatan Aquaponik Bagi Warga Kavling Rawa Bunga, Tangerang Selatan. *Journal of Entrepreneurship and Community Innovations*, I(1), pp. 16-21.
- K. et al., 2022. Archimedes' Principle Applied to Buoy Design for Measuring Purposes in Offshore Illumination Conditions. *JTMMX*, III(1), pp. 40-48.

- K. et al., 2021. A Report on Metal Forming Technology Transfer from Expert to Industry for Improving Production Efficiency. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, I(2), pp. 96-103.
- M., Dewadi, F. M., A. & Sigalingging, W. S., 2021. Pengaruh Parameter Temperatur Quenching terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Rear Hub Spindles. *Buana Ilmu*, V(2), pp. 101-118.
- M., 2020. *Analisis Unjuk Kerja Eco Racing sebagai Suplemen Penghemat Bahan Bakar*. Malang, Universitas Widyagama Malang.
- Meliyani, R. et al., 2022. *Pengantar Matematika*. Indonesia, Patent No. 000409479.
- Mulyadi, D. & Dewadi, F. M., 2021. Analisis Rancangan Sel Surya untuk Kebutuhan Cadangan Energi Listrik di Kolam Wilayah Graha Raya Bintaro, Tangerang Selatan. *Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore*, II(1), pp. 6-12.
- Nanda, R. A. et al., 2022. Perancangan dan Perakitan Elektronika Mikrokontroler berbasis IOT untuk Studi Pengukuran Sistem HVAC. *JTMMX*, VII(1), pp. 43-55.
- P., 2023. *Perominer*. [Online] Available at: <https://petrominer.com/ini-turbin-gas-berbahan-bakar-amonia-pertama-di-dunia/> [Accessed 2 Maret 2021].
- Raja Ma'arof, R. A., Saputra, O. . A., Dewadi, F. M. & Noor, A., 2021. *Engaging Students: Blending Class Activities with Industry-linked Teaching Approach in Occupational Safety and Health Course Delivery*, Kuala Lumpur: Universiti Kuala Lumpur.

- Rizaty, M. A., 2022. *databooks*. [Online] Available at: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/02/15/daftar-negara-produsen-litium-terbesar-di-skala-global> [Accessed 15 02 2022].
- S. et al., 2021. Pengaruh Penahanan Suhu Reaktor pada Pengujian LDPE dengan Debit Air 46 L/Min. *JTMMX*, II(1), pp. 19-27.
- Surbakti, D., Wibowo, C. & Dewadi, F. M., 2022. Perbaikan Gerobak Sampah sebagai Bagian dari Manajemen Sampah Sisi Hulu di Lingkungan Permata Penggilingan Jakarta. *Indonesian Journal of Engagement, Community Services, Empowerment and Development*, II(2), pp. 165-174.
- Wibowo, C. & Dewadi, F. M., 2022. Design Pressure Reduction System (PRS) untuk Compressed Natural Gas (CNG) Kapasitas 30 Nm³/h dalam Sisi Teknis dan Ekonomis. *TEKINFO: Jurnal Penelitian Teknik dan Informatika*, II(2), pp. 60-65.
- Wibowo, C., Dewadi, F. M. & Afgani, A. A., 2021. Implementasi Material Titanium pada Sepeda Listrik sebagai Rangka yang Efisien. *JTMMX*, II(1), pp. 13-18.
- Yusuf, M. Y., 2022. *IDX Channel*. [Online] Available at: <https://www.idxchannel.com/economics/negara-paling-maju-di-dunia-2022-masih-didominasi-negara-eropa> [Accessed 6 6 2022].

BAB 4

LARUTAN DAN JENISNYA

Oleh Waode Rustiah

4.1 Pendahuluan

Larutan adalah campuran zat-zat yang homogen, dimana memiliki komposisi yang merata atau serba sama di seluruh bagian volumenya. Larutan terdiri atas zat terlarut dan pelarut. Dengan demikian perlu diketahui terlebih dahulu apa yang disebut zat terlarut dan apa pula yang disebut pelarut. Pelarut adalah zat/komponen yang berwujud cair dan jumlahnya lebih banyak, sedangkan zat terlarut adalah zat/komponen baik itu yang berwujud gas, cair maupun padatan dengan jumlahnya lebih kecil, sehingga terbentuk larutan homogen.

Larutan dapat juga dilihat sebagai suatu sistem homogen yang komposisinya bervariasi. Meskipun larutan dapat mengandung banyak komponen, akan tetapi pada bab ini hanya akan dibahas larutan yang mengandung dua komponen yaitu larutan biner. Komponen dari larutan biner itu sendiri adalah zat terlarut dan pelarut. Adapun contoh larutan biner tersaji dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Contoh larutan biner

Zat terlarut	Pelarut	Komponen
Gas	Gas	Udara, semua campuran gas
Gas	Cair	Karbondioksida dalam platina
Gas	Padat	Hidrogen dalam platina
Cair	Cair	Alkohol dalam air

Zat terlarut	Pelarut	Komponen
Cair	Padat	Raksa dalam tembaga
Padat	Padat	Perak dalam platina
Padat	Cair	Garam dalam air

4.2 Jenis-jenis Larutan

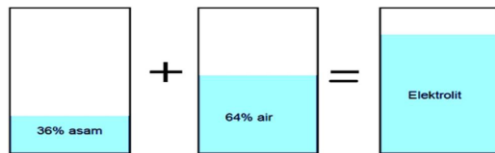
Larutan terdiri atas pelarut (solvent) dan zat terlarut (solute). Pasangan zat tertentu dapat saling melarutkan dalam semua perbandingan. Hal ini biasanya terjadi pada larutan gas-gas dan larutan cair-cair seperti pada air-etanol. Akan tetapi untuk larutan lain yang wujudnya berbeda (cair-gas, cair-padat, padat-padat), ada batas antara keduanya dalam membentuk larutan homogen. Nilai batas jumlah zat terlarut dalam jumlah pelarut tertentu pada suhu dan tekanan tertentu untuk membentuk larutan homogen itu disebut kelarutan. Dengan demikian, yang dimaksud dengan kelarutan adalah nilai batas kemampuan pelarut dalam volume tertentu (biasanya 1 dm³) untuk melarutkan zat terlarut pada temperatur 25°C, dengan tekanan 1 atm yang menghasilkan larutan homogen (sistem yang homogen).

4.2.1 Penggolongan Larutan Berdasarkan Konsentrasinya

Jumlah zat terlarut yang terlarut dalam suatu larutan atau pelarut pada volume/berat tertentu disebut konsentrasi. Berdasarkan banyak sedikitnya zat terlarut (solute), larutan bisa dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yakni larutan encer dan larutan pekat. Berikut ini adalah kedua penjelasan tersebut.

4.2.1.1 Larutan Pekat

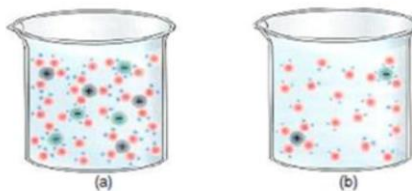
Larutan pekat relatif mempunyai lebih banyak solute daripada solven. Larutan dikatakan pekat, apabila konsentrasi zat terlarutnya sama atau lebih besar daripada setengah nilai kelarutannya. Dalam penggunaannya larutan pekat ini akan diencerkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Contohnya: HCl 36%.



Gambar 4.1. Pengenceran asam dengan air

4.2.1.2 Larutan Encer

Larutan encer relatif lebih sedikit solute daripada solvenya. Larutan dikatakan encer jikalau konsentrasi zat terlarutnya lebih kecil daripada setengah nilai kelarutannya. Larutan encer merupakan larutan yang siap digunakan. Contohnya: larutan NaCl 0,85%.



Gambar 4.2 Larutan pekat dan encer

Khusus untuk keadaan dimana tidak terdapat batas kelarutan zat terlarut misalnya larutan etanol dalam air atau sebaliknya, maka larutan encer adalah larutan yang berat (volume) zat terlarut lebih kecil daripada setengah berat (volume) pelarutnya, sedangkan larutan dikatakan pekat,

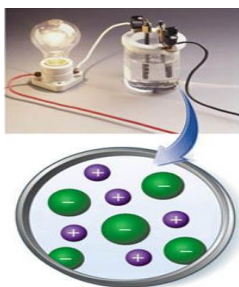
apabila berat (volume) zat terlarut sama atau lebih besar daripada setengah berat (volume) zat pelarutnya dan maksimum sama dengan zat pelarutnya. Jika berat (volume) zat terlarut lebih besar daripada zat pelarut, maka kriterianya dibalik yaitu zat terlarut berubah fungsinya menjadi pelarut, begitu juga sebaliknya. Jika zat terlarut berlebihan (lebih besar daripada nilai kelarutan bakunya) ditambahkan ke dalam pelarutnya dengan volume tertentu, maka keseimbangan antara zat terlarut murni dengan zat terlarut dalam larutan terjadi.

4.2.2 Penggolongan Larutan Berdasarkan Daya Hantar Listriknya

Penggolongan larutan berdasarkan daya hantar listrik, maka larutan bisa dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yakni larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Berikut ini adalah penjelasan jenis larutan tersebut.

4.2.2.1 Larutan elektrolit

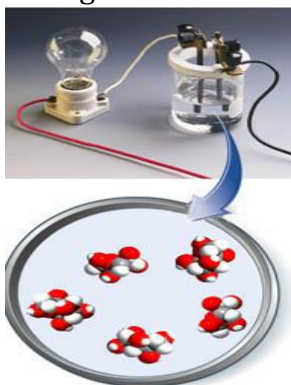
Larutan elektrolit merupakan jenis larutan yang bisa menghantarkan arus listrik. Air sebagai pelarut memang bukan konduktor listrik yang baik tapi jika didalam air ditambahkan senyawa ion yang larut seperti NaCl, maka larutan ini akan menjadi konduktor listrik atau disebut larutan elektrolit.



Gambar 4.3. Larutan elektrolit

4.2.2.2 Larutan non elektrolit

Larutan non elektrolit merupakan jenis larutan yang tidak bisa menghantarkan arus listrik. Hal ini dikarenakan pada larutan non elektrolit, molekul-molekulnya tidak terionisasi sehingga tidak ada ion-ion yang dapat menghantarkan arus listrik. Contohnya saja adalah larutan urea, alkohol, dan larutan glukosa.



Gambar 4.4. Larutan non elektrolit

4.2.3 Penggolongan Larutan Berdasarkan Tingkat Kejenuhannya

Penggolongan larutan berdasarkan tingkat kejenuhan, maka larutan bisa dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yakni larutan tak jenuh, jenuh dan larutan sangat jenuh. Berikut ini adalah pemaparan dan penjelasan ketiga larutan tersebut.

4.2.3.1 Larutan tidak jenuh

Larutan tidak jenuh merupakan larutan yang mengandung zat terlarut kurang dari yang diperlukan untuk membuat larutan jenuh. Dengan kata lain, larutan yang partikelnya tidak tepat habis bereaksi dengan pereaksi atau bisa juga disebut dengan masih bisa melarutkan zat. Larutan

ini bisa terjadi jika hasil kali konsentrasi ion $< K_{sp}$ berarti larutan belum jenuh

4.2.3.2 Larutan jenuh

Larutan jenuh merupakan larutan yang mengandung sejumlah solute yang larut dan melakukan kesetimbangan dengan solute padatnya. Atau dengan kata lain, larutan yang partikel-partikelnya tepat habis bereaksi dengan pereaksi (zat dengan konsentrasi maksimal). Larutan ini bisa terjadi jika hasil konsentrasi ion $= K_{sp}$ berarti larutan tepat jenuh.

4.2.3.3 Larutan sangat jenuh

Larutan sangat jenuh merupakan larutan yang lebih banyak mengandung solute daripada yang diperlukan untuk membuat larutan jenuhnya. Atau dengan kata lain, larutan yang tidak dapat lagi melarutkan zat terlarut, sehingga terjadi endapan. Larutan ini bisa terjadi jika hasil kali konsentrasi ion $> K_{sp}$, berarti larutan lewat jenuh (mengendap).

4.3 Konsentrasi Larutan

Pada pembicaraan masalah larutan, akan timbul permasalahan yaitu (1) bagaimana menyatakan perbandingan antara zat terlarut dan pelarut, (2) wujud senyawa, zat atau komponen pembentuk larutan tidak sama, (3) jumlah maksimum zat terlarut dalam jumlah tertentu pelarut yang masih dapat membentuk larutan homogeny, (4) jumlah zat terlarut yang dinyatakan sebagai massa, mol, massa ekuivalen, massa formula. Namun demikian, sebelum membicarakan masalah konsentrasi larutan perlu dijelaskan terlebih dahulu masalah massa ekuivalen.

4.3.1 Massa Ekuivalen

Massa ekuivalen adalah massa dalam satuan gram suatu zat/senyawa/unsur yang diperlukan untuk memberikan atau bereaksi dengan satu mol proton (H^+), sedangkan pada reaksi redoks yang dimaksud dengan massa ekuivalen adalah massa dalam satuan gram suatu zat/senyawa/unsur yang diperlukan untuk memberikan atau menerima satu mol elektron. Hubungan antara massa molekul dengan massa ekuivalen dinyatakan dengan persamaan,

$$BE = \frac{M_r}{n}$$

Dimana:

BE = Massa ekuivalen

M_r = Massa molekul relative

N = Jumlah mol proton (H^+) atau jumlah mol electron atau jumlah mol kation univalent yang diberikan atau diikat oleh suatu zat

4.3.2 Cara Menyatakan Konsentrasi

Setelah hal mengenai jenis larutan dan kriterianya dibahas, maka timbul permasalahan bagaimana cara menyatakan konsentrasi suatu larutan. Untuk menyatakan perbandingan antara zat terlarut dan pelarut dalam larutan homogen, ada beberapa cara yaitu dinyatakan dalam: (1). Persentase (%); (2). Molaritas (M); (3). Molalitas (m); (4). Normalitas (N); (5). Fraksi mol (X); (6). Part per million (ppm) dan (7). Formalitas (F). Masalah tersebut akan dibahas secara rinci berikut ini.

a. Persentase (%)

Ada beberapa kriteria untuk menyatakan jumlah zat terlarut dalam satuan persen yaitu: % b/b, % b/v, % v/b atau % v/v. Jadi, zat terlarut maupun pelarut dapat diukur volume maupun massanya bergantung pada wujud

maupun kepraktisan mengukurnya. Oleh sebab itu, dalam menyatakan % larutan itu hendaknya dicantumkan sistemnya yaitu b/b, b/v, v/b atau v/v.

Contoh :

Larutan natrium klorida 5% (b/v), ini berarti 5 gram NaCl padat dilarutkan dan larutannya dijadikan 100 mL, demikian juga alkohol 5% (v/v). Tetapi untuk pemakaian yang lebih eksak sebaiknya dipakai persen (b/b). Per definisi yang dimaksud dengan % b/b disini adalah Garam dalam 100 gram larutan.

b. Molaritas (M)

Molaritas atau molar disingkat dengan M, didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut setiap volume tertentu (1 dm^3) larutan. Secara sederhana, molar dinyatakan sebagai berikut :

$$M = \frac{\text{Berat zat terlarut}}{(\text{massa molekul zat terlarut}) \times \text{volume larutan}}$$

$$M = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{volume larutan}} = \frac{\frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{massa molekul}}}{\text{volume larutan}}$$

$$M = \frac{\text{Jumlah n zat terlarut}}{(\text{massa molekul zat terlarut}) \times V \text{ larutan } (\text{dm}^3)}$$

Larutan dikatakan 1 molar jika dalam 1 dm^3 larutan terdapat 1 mol zat terlarut.

$$1 \text{ M} = \frac{1 \text{ mol zat terlarut}}{1 \text{ dm}^3 \text{ larutan}}$$

Contoh :

Kemolaran suatu larutan yang mengandung 10,00 gram NaOH dalam (BM = 40,00/mol) dalam 500 mL larutan adalah...

$$M = \frac{10,00 \text{ gram}}{(40,00 \text{ gram/mol}) \times 0,5 \text{ L}} = 0,500 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.5 \text{ M}$$

Biasanya di laboratorium, terkadang kita mendapatkan zat yang berupa larutan dalam botol yang dinyatakan hanya rumus kimia, Mr, % dan berat jenisnya. Maka untuk menghitung molaritasnya kita dapat menggunakan rumus berikut :

Contoh :

$$M = \frac{\rho \times \% \times 1000}{M_r}$$

Hitung molaritas larutan HCl pekat yang mempunyai Mr = 36,5; % = 36,5% dan $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$!

Dengan menggunakan rumus di atas, diperoleh molaritas = 11,8 M.

c. Molalitas (m)

Molalitas atau molal didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut setiap kilogram pelarut. Secara sederhana, molal (m) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Molal} = \text{molalitas} = \frac{\text{berat zat terlarut}}{(\text{massa molekul zat terlarut}) \times (\text{kilogram larutan})}$$

Larutan mempunyai konsentrasi satu molal jika dalam setiap 1 kg pelarut terdapat 1 mol zat terlarut.

d. Normalitas (N) dan Titer (T)

Normalitas didefinisikan sebagai jumlah larutan yang mengandung ekuivalen zat terlarut setiap volume larutan 1 dm³. Secara sederhana normalitas (N) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$N = \frac{\text{gram ekuivalen zat terlarut}}{\text{volume larutan}}$$

atau

$$N = \frac{\text{berat zat terlarut}}{(\text{massa ekuivalen zat terlarut}) \times (\text{volume larutan})}$$

oleh karena

$$BE = \frac{M_r}{n}$$

maka

$$N = n \times \frac{\text{berat zat terlarut}}{(\text{massa ekuivalen zat terlarut}) \times (\text{volume larutan})}$$

$$N = n \times M$$

Persamaan di atas menyatakan hubungan antara normal dan molar dan n, merupakan jumlah proton yang dapat diterima atau dilepaskan oleh zat terlarut. Larutan dikatakan konsentrasinya 1 normal jika dalam 1 dm³ larutan itu terdapat 1 ekuivalen zat terlarut.

Contoh :

Berapa normalitas H₂SO₄ 1 M dan larutan HCl pekat (11,8 M)?

Pembahasan :

$N(\text{H}_2\text{SO}_4) = n \times M = 2 \times 1 = 2 \text{ N}$ dan $N(\text{HCl}) = n \times M = 1 \times 11,8 \text{ N} = 11,8 \text{ N}$

Selain normalitas kadang juga digunakan titer dalam kimia analitik. Satuan titer adalah berat per volume tetapi berat digunakan untuk pereaksi yang bereaksi dengan larutan dan bukan untuk zat yang terlarut. Contohnya: 1 mL HCl dapat menetralkan 4,00 mg NaOH, maka konsentrasi larutan HCl dapat dinyatakan :

$$T = \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$$

Sebagai titer NaOH 4,00 mg/mL = 4,00 gram/L. Titer ini dengan mudah diubah menjadi normalitas sebagai berikut:

Sedang $N = \frac{\text{mg}}{\text{BE} \times \text{mL}}$ maka $T = N \times \text{BE}$

e. Fraksi mol (X)

Fraksi mol didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah mol suatu komponen dengan jumlah mol semua pembentuk larutan, dengan demikian fraksi mol ini selalu dituliskan dengan indeks komponennya.

$$\text{Fraksi mol zat A} = X_A = \frac{\text{mol A}}{\text{Jumlah semua komponen}}$$

Untuk larutan yang terdiri hanya komponen A dan B, maka

$$\text{Fraksi mol zat A} = X_A = \frac{\text{mol A}}{\text{mol A} + \text{mol B}}$$

$$\text{Fraksi mol zat B} = X_B = \frac{\text{mol B}}{\text{mol B} + \text{mol A}}$$

Fraksi mol total = 1 →

$$X_A + X_B = \frac{\text{mol A}}{\text{mol A} + \text{mol B}} + \frac{\text{mol B}}{\text{mol B} + \text{mol A}}$$

$$\frac{\text{mol A}}{\text{mol A} + \text{mol B}} + \frac{\text{mol B}}{\text{mol B} + \text{mol A}} = 1$$

f. Bagian Perjuta (Part per million = ppm)

Bagian perjuta (ppm) didefinisikan sebagai jumlah zat terlarut dalam satu juta jumlah larutan atau bagian suatu komponen dalam satu juta bagian campuran.

$$\text{ppm} = \frac{\text{bagian suatu komponen}}{\text{satu juta bagian campuran}} \quad \text{ppm} = \frac{W}{W + W_0} \times 10^{-6}$$

W = massa/jumlah zat terlarut dalam satuan (gram, mgram dan lain-lain)

W_0 = massa/jumlah larutan dalam satuan (gram, mgram dan lain-lain)

Oleh karena ppm itu (pelarutnya 1 juta bag. – 1 bag. zat terlarut) sehingga dapat dianggap :

$W + W_0 = W_0$, jadi

$$\text{ppm} = \frac{W}{W_0} \times 10^{-6}$$

Dengan demikian jika larutan mempunyai konsentrasi 1 ppm, maka dalam 1 kg larutan terdapat 1 mg zat terlarut. Pada suhu 4°C, tekanan 1 atm, 1 dm³ dan beratnya = 1 kg.

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{1.000.000 \text{ mgram larutan}}$$

Atau pada sembarang suhu berlaku hubungan sebagai berikut :

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\rho_{\text{larutan}} \times 1.000.000 \text{ cm}^3}$$

g. Formalitas

Formalitas ini kadang nilainya sama dengan molaritas, kecuali dalam hal tertentu yang mana zat terlarut biasanya mempunyai suatu bentuk dalam larutan yang berbeda dengan molekulnya, mungkin karena pengaruh ikatan hidrogen atau lainnya. Misalnya larutan asam asetat dalam larutan air biasanya berbentuk dimer (2 molekul bergabung menjadi 1 bentuk) demikian juga asam benzoate dan lain-lain. Formalitas didefinisikan sebagai *banyaknya bentuk yang terjadi yang sama dengan bilangan Avogadro dalam dm^3 larutan*. Dengan demikian untuk larutan asam asetat (CH_3COOH), $1 \text{ M} = \frac{1}{2} \text{ F}$ karena 1 molar berarti ada sebanyak bilangan Avogadro molekul dalam 1 dm^3 larutan, maka bila zat ini membentuk dimer $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ dalam larutan berarti ada sebanyak $\frac{1}{2}$ bilangan Avogadro bentuk yang terjadi dalam 1 dm^3 larutan sehingga formalitasnya $= \frac{1}{2} \text{ F}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H. 2001. Kimia Larutan. Bandung: PT Citra Aditya Bakti. Hal: 2.
- Chang, Raymond. Kimia Dasar Jilid 1. Erlangga: Jakarta, 2005.
- Reger, D. L.; Goode, S. R.; Ball, D. W. 2009. *Chemistry: Principles and Practice (dalam bahasa Inggris)*, Cengage Learning, ISBN 9-780534420123
- Rusman dan Mukhlis. 2010. Kimia Larutan, Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala.
- Seyoum, B., 2006. Introduction to Medical Laboratory Technology, Haramaya University, Ethiopia Public Health Training Initiative (EPHTI).

BAB 5

KESETIMBANGAN LARUTAN ASAM BASA

Oleh Nunuk Helilusiatiningsih

5.1 Pendahuluan

Puji syukur alhamdulillah penulis dapat kesempatan untuk menulis karya ilmiah yang manfaat bagi bangsa dan semua pembaca. Materi tentang keseimbangan asam basa sangat penting untuk dikaji dan dipelajari karena berhubungan dengan fungsi organ di dalam tubuh. Jika tubuh terdapat gangguan keseimbangan antara asam basa dapat berpengaruh terhadap kesehatan serta kelangsungan hidupnya pasien. Menurut info hidup sehat bahwa Nilai keasaman (pH) darah normal yakni 7.35 hingga 7.45 yang diatur oleh ginjal dan paru. Organ tubuh manusia memiliki kemampuan mempertahankan kesetimbangan larutan tersebut agar fungsi pada organ berlangsung secara baik (Vaughan - Jones. RD AND Boron, W F. 2015). Ilmu Kimia memiliki sangat banyak konsep yang bersifat abstrak hingga membuat mahasiswa ataupun peserta didik menafsirkan konsep-konsep berbeda sehingga sulit untuk dipahami dan dipelajari. Penafsiran tentang konsep oleh siswa dapat dilaksanakan menurut prakonsep yang awalnya sudah dimiliki peserta didik. Prakonsep yang tidak benar yang terjadi pada peserta didik dapat menimbulkan pengaruh yaitu muncul miskonsepsi dari siswa. Gagasan awal yang ada pada peserta didik menjadi sangat penting sebab berpengaruh terhadap pengertian konsep. Hal ini bisa menjadi pemahaman konsep

terhadap ilmu pengetahuan Kimia yaitu krusial dikarenakan Kimia merupakan pokok materi yang dilandasi suatu konsep (Stojanovska *et al.*, 2014).

Fenomena ilmu kimia telah diterangkan oleh pakar ahli kimia dengan menggunakan tiga representasi yakni a. makroskopis, b. mikroskopis, dan c. simbolik. Representasi yang terdapat pada level makroskopis adalah fenomena yang memang terjadi nyata dan dapat dilihat langsung dalam kehidupan sehari-hari. Representasi pada tingkatan simbolik adalah menjelaskan proses kimia dengan memvisualisasikan pada persamaan matematika, kimia, mekanisme reaksi, grafik dan analogi (Chandrasegaran *et al.*, 2007). Pada miskonsepsi yang dialami para siswa memiliki pemahaman konsep yang kurang selaras dengan penjelasan kaidah ilmiah. Miskonsepsi disebabkan juga oleh intuisi siswa yang salah memahami terhadap konsep, ide atau gagasan awal yang salah, dan kemudian penjelasannya tidak lengkap terhadap konsep, maka menimbulkan penalaran peserta didik jadi kurang tepat terhadap konsep (Astuti *et al.*, 2016). Miskonsepsi juga terjadi pengalaman belajar sebelum menerima konsep baru dapat menghambat pemahaman konsep baru tersebut (Aufschnaiter & Rogge, 2010). Miskonsepsi pada ilmu Kimia terutama karena kompleksnya suatu perhitungan serta pada level representasi yang berbeda – beda dalam menjelaskan suatu fenomena kimia (Sheppard, 2006).

Teori Asam Basa – Apakah Grameds menyadari bahwa dalam kehidupan sehari-hari, tak jarang kita menemukan senyawa asam basa. Mulai dari makanan bahkan hingga barang-barang yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Salah satu contoh mudahnya adalah detergen atau sabun yang digunakan untuk mencuci pakaian. Detergent tersebut memiliki zat yang sifatnya adalah basa. Perlu diketahui, bahwa asam basa merupakan larutan elektrolit. Larutan tersebut

dikenal pula karena memiliki ciri yang khas. Yaitu berupa asam dan memiliki rasa yang masam, contohnya seperti vitamin C, cuka dan lain sebagainya. Sedangkan basa merupakan senyawa yang memiliki rasa pahit, serta memiliki tekstur licin apabila dipegang. Contohnya seperti pasta gigi, kapur sirih bahkan hingga detergen. Mengenai asam basa, beberapa ahli sempat mengemukakan pendapatnya mengenai teori asam basa.

5.2 Asam

Teori pertama asam bas aini dicetuskan pertama kali oleh seorang ahli kimia berasal dari Swedia bernama Svante Arrhenius. Teori ini menghubungkan sifat keasaman dengan ion hidrogen atau H^+ dan pertama kali dicetuskan pada tahun 1884. Menurut teori Arrhenius, asam Arrhenius merupakan zat yang jika dilarutkan dalam air, maka air tersebut akan menghasilkan ion H^+ dalam larutan tersebut. Contohnya adalah ketika asam klorida atau HCl serta asam asetat atau CH_3COOH zat yang bisa memberi ion H^+ ke zat lain dinamakan asam , akan tetapi suatu zat yang dapat menerima ion H^+ yang diperoleh dari zat lain disebut basa. Adapun sebagai Contoh yaitu asam hidroklorida yang melakukan reaksi kimia dalam air terbentuk ion- ion hidrogen dan juga terdapat ion klorida. Asam yang melakukan diosiasi sangat cepat dan melepaskan ion- ion hidrogen jumlah yang besar dalam larutan disebut dengan asam kuat seperti HCL adapun yang tergolong Asam lemah lebih sedikit berdiosiasi ionnya, contohnya H_2CO_3 (Horne, & Swearingen, 2000).

5.3 Basa

Ion atau molekul yang menerima ion hidrogen adalah basa sebagaimana dicontohkan ion bikarbonat (HCO_3^-). Senyawa protein dan hemoglobin dalam darah yang terdapat

dalam tubuh tergolong basa. Contohnya adalah OH^- , bereaksi dengan H^+ membentuk air. HCO_3^- adalah basa lemah sebab dapat berikatan dengan Hidrogen lebih lemah ikatannya. Asam dan basa lemah di dalam cairan ekstraseluler untuk mengatur keseimbangan dalam proses metabolisme agar reaksinya normal. (Horne, dan Swearingen, 2000).

5.4 Keseimbangan Asam dan Basa

Keseimbangan asam basa atau keseimbangan ion hidrogen apabila terdapat adanya keseimbangan konsentrasi ion hidrogen yang dihasilkan sebanding yang dikeluarkan oleh sel yang diatur oleh ginjal dan paru (Abramowitz, 2014). Fungsinya Paru dalam proses pelepasan karbondioksida lalu organ ginjal berguna dalam pelepasan asam. Prinsip kerjanya adalah

1. asidosis memiliki $\text{pH} < 7.35$, dan alkalosis $\text{pH} > 7.45$.
2. Karbondioksida merupakan komponen asam serta respiratorik, kadar normal 40 mmHg.
3. Bikarbonat sebagai metabolik dan nilai normal 24 mEq/L.
4. Asidosis artinya meningkatnya jumlah asam.
5. Alkalosis artinya meningkatnya basa (Vaughan - Jones. RD AND Boron, W F. 2015).

5.5 Cara Pengaturan Keseimbangan Asam dan Basa

Pada mekanisme keseimbangan tersebut yang ada hubungannya dengan darah, sel dan paru-paru mempertahankan agar konsentrasi ion hidrogen tetap normal pada cairan di dalam sel atau diluar (Hamm *et al.*, 2015). Hal ini konsentrasi ion hidrogen dipertahankan sekitar 0,00004 mEq/liter (40 nEq/liter) (Sacks G, 2014). Nilai pH normal darah arteri yaitu 7,4, sedang pH darah vena serta cairan interstisial adalah 7,35, pH normal darah arteri sekitar 7,4

maka pasien diperkirakan mengalami asidosis. Seseorang bisa hidup lebih dari beberapa jam apabila memiliki pH sekitar 6,8 hingga 8,0. Hipoksia jaringan serta aliran darah yang tidak normal meningkatnya asam sehingga pH intraseluler menurun adapun pH urin berkisar 4,5 hingga 8,0 sangat bergantung kondisi asam basa dalam cairan ekstraseluler (Abramowitz , 2014). Secara umum, reaksi asam-basa Lewis terjadi apabila ada basa yang mendonorkan pasangan elektronnya dan asam yang menerima pasangan elektron tersebut untuk membentuk ikatan baru. Produk yang terjadi dari reaksi asam-basa Lewis disebut dengan senyawa kompleks (adduct) dan ikatan yang terjadi adalah ikatan kovalen koordinasi.

5.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keseimbangan Asam Basa

Keseimbangan asam basa diatur oleh sistem Buffer yang merupakan penyangga dalam cairan tubuh mencegah perubahan kadar ion hidrogen secara berlebihan, dapat menetralkan ion hidrogen, sifatnya temporer. Fungsi sistem buffer adalah perubahan pH dapat dihambat. Adapun kelemahan sistem bufer adalah sbb:

- a. Jika terjadi peningkatan CO₂ maka perubahan pH tidak dapat dicegah.
- b. Fungsi sistem tersebut mengendalikan pernapasan.
- c. Sistem buffer sangat bergantung terhadap tersedianya ion bikarbonat (Vaughan - Jones. And Boron,. 2015).

Pembagian sistem buffer terdiri dari :

- a. Buffer bikarbonat sistem dapat berguna untuk perubahan
- b. Buffer protein
- c. Buffer hemoglobin

- d. Buffer fosfat merupakan sistem dapar yang terdapat di organ kemih dan cairan intrasel. (Vaughan - Jones. And Boron,. 2015).

Apabila terdapat kelebihan asam atau basa jangka panjang dikeluarkan melalui ginjal dan paru – paru sedangkan jangka pendek sistem buffer mempertahankan pH darah antara 7,35- 7,45.4 (Mangku dan Senapathi . 2010). Stimulan untuk proses respirasi menjadi kuat apabila ada kenaikan tekanan parsial karbondioksida dalam darah arteri. Sistem Ginjal berguna dalam mempertahankan keseimbangan asam basa, sebab kerja ginjal harus mengeluarkan anion asam non volatile (Abramowitz, 2014). Proses mekanisme yang diatur oleh ginjal memiliki 3 sistem buffer asam karbonat, buffer fosfat serta pembentukan ammonia. Ion H, CO₂, dan NH₃ akan dilakukan ekskresi menuju lumen tubulus, sedangkan asam karbonat dan natrium akan dilepas kembali ke sirkulasi sehingga berfungsi kembali. Tubulus proksimal adalah merupakan suatu lokasi utama pada proses reabsorpsi bikarbonat dan proses yang mengeluarkan asam. Pada konsentrasi yang rendah, ion hidrogen mempunyai efek terhadap sistem biologi dan bereaksi dengan bermacam molekul biologis hingga mempengaruhi struktur protein, fungsi dari enzim serta ekstabilitas membrane. Ion hidrogen untuk fungsi normal tubuh, contohnya pompanya proton mitokondria selama proses fosforilasi oksidatif (Vaughan - Jones. And Boron,. 2015).

Produksinya secara terus menerus dalam tubuh sehingga perolehan dan pengeluaran ion hidrogen bervariasi tergantung pada diet, aktivitas. Ion hidrogendidapat dari berbagai makanan, minuman, dan metabolisme tubuh. (Abramowitz, 2014).

5.7 Gangguan Pada Keseimbangan

1. Asidosis Respiratorik

Paru-paru yang mengalami fungsi buruk sehingga pernafasan menjadi sangat lambat sebab terjadi menumpuknya karbondioksida akibat tingginya kadar asam, peristiwa ini dinamakan asidosis respiratorik. Jadi dengan kata lain bahwa kadar karbondioksida yang tinggi akan merangsang sel otak yang mengatur pernapasan menjadi cepat dan dalam sehingga paru tidak bisa mengeluarkan CO₂ dengan kuat. (Hawfield and DuBose, 2010). Apabila terdapat penyakit berat, sakit saraf ataupun otot dada yang berpengaruh terhadap paru-paru, maka ada gangguan pada pernapasan. Kejadian diawali sakit dan nyeri di kepala, rasa mengantuk berlanjut kesadarannya menurun dan kemudian terjadi koma. Pada umumnya untuk menentukan apa yang terjadi perlu adanya hasil pemeriksaan pH darah dan mengukur karbondioksida kususnnya pada darah arteri. Dalam hal ini untuk mengobati penyakit asidosis respiratorik yaitu berupaya untuk meningkatkan fungsi kerja organ paru-paru. Pada penderita asma dan emfisema maka diperlukan obat yang dipakai untuk memperbaiki pernafasan sedangkan pasien penyakit paru-paru yang mengalami gangguan pernafasan yang sangat berat, olehkarena itu perlu diberikan pernafasan buatan contohnya alat ventilator mekanik. Alat pernapasan bantuan tersebut sangat potensi diberikan pada kondisi akut dan sesak napas. Penderita akan merasakan terbantu oleh alat ventilator jika kondisi pernapasan mengalami gangguan berat dan dapat digunakan sesuai kebutuhan. Tabung yang mengandung oksigen ini penting tersedia di ruang UGD

atau di rumah sakit dalam melayani penderita yang terganggu pernapasannya (Hawfield and DuBose, 2010).

2. Asidosis Metabolik

Kondisi darah yang mengandung asam secara berlebihan, akibatnya pernapasan menjadi cepat, kadar bikarbonat rendah maka ini dinamakan asidosis metabolik. Pada ginjal membantu mengkompensasi yaitu asam keluar dari air kemihnya. Penyebab dari asidosis metabolik dapat dikelompokkan sebagai berikut (Abramowitz, 2014) :

- a. Produksi asam terjadi berlebih, keadaan asidosis diabetik
- b. Cadangan dapat terjadi kekurangan.
- c. Ekskresi asam terjadi kekurangan, menimbulkan penyakit ginjal yang kronik.

Kondisi asidosis metabolik ringan gejalanya penderita mual, muntah serta merasakan tubuhnya lelah, pernafasan berubah sedikit lebih cepat. Sehubungan dengan semakin buruk maka penderita merasakan kelelahan yang luar biasa, ngantuk, sangat mual dan mengalami kebingungan, tekanan darah menjadi turun, menimbulkan syok, kemudian koma hingga menimbulkan kematian. Aliran darah arteri dipakai sebagai contoh dikarenakan darah vena tidak terlalu akurat untuk pengukuran pH pada darah. Hal ini digunakan untuk mengenalisa penyebabnya, sehingga perlu diukur kadarnya karbon dioksida dan bikarbonat yang terdapat di dalam darah. Jika mungkin dapat dilakukan pemeriksaan tambahan membantu untuk memastikan sesuatu penyebabnya. Salah satu contohnya pada kadar gula darah tinggi dan terdapat keton dalam urin seperti

biasanya penyakit diabetes yang tidak terkontrol. Adanya bahan yang mengandung senyawa toksik yang ditemukan dalam darah bahwa asidosis metabolik terjadi akibat keracunan atau overdosis. Kadang diperluka dialisa untuk mengatasi atau mengobati overdosis/ keracunan berat (Hawfield and DuBose, 2010).

3. Definisi Alkalosis Respiratorik

Suatu kejadian yang menyebabkan darah bersifat basa maka pernafasan yang menjadi lebih cepat dan mendalam, hingga menimbulkan kandungan karbondioksida di dalam darah jadi rendah inilah yang disebut alkalosis respiratorik, proses pernafasan sangat cepat disebut hiperventilasi, Hal ini karena jumlahnya karbondioksida yang keluar dari aliran darah tergolong banyak sekali, para penderita merasakan gelisah dan dapat menjadi adanya rasa gatal disekeliling bibirnya dan pada wajahnya. Apabila kondisinya penderita semakin memburuk, maka akan terjadi kejang- kejang pada ototnya sehingga menjadi menurun kesadarannya. Pengobatan yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki proses ventilasi. Demikian pula preparat untuk farmakologi yang dipakai harus disesuaikan dengan indikasinya. Bronkodilator ini adalah tindakan yang dapat menolong dalam menurunkan keadaan spasme bronkhial, dan memberi kepada pasien senyawa antibiotik yang berguna untuk mengobati infeksi pada alat pernapasannya. Disamping itu suatu tindakan yang sifatnya hygiene pulmonari bisa juga dilaksanakan pada ketika sangat diperlukan dalam membersihkan saluran alat pernapasan mulai dari mukus serta drainase pluren. Akan tetapi pada keadaan Hidrasi yang adekuat hal ini di tujukan dalam penjagaan membran mukosa agar supaya

tetap menjadi lembab dan berfungsi sebagai fasilitasi pada proses yang berhubungan sekresi. Oksigen suplemen tersebut akan dikirim apabila dibutuhkan. Alat ventilasi mekanik tersebut yang dipakai digunakan supaya tetap harus paham yang sangat berguna untuk memperbaiki ventilasi pulmonari. (Hawfield and DuBose,201

4. Proses Alkalosis Metabolik

Peristiwa yang menjelaskan kondisi darah bersifat basa dinamakan Alkalosis metabolik disebabkan tingginya kadar bikarbonat. Alkalosis metabolik tersebut kemungkinan bisa terjadi apabila tubuhnya pasien terlalu banyak kehilangan kadar asam. Hilangnya sejumlah larutan asam lambung pada saat kejadian pasien mengalami periode muntah yang sangat berkepanjangan. Penemuan yang lain bahwa penyakit alkalosis metabolik tersebut apabila seseorang mengkonsumsi sangat banyak mengandung senyawa basa dari bahan minuman soda bikarbonat. Hal ini dapat terjadi apabila penderita mengalami kehilangan natrium ataupun kalium dalam jumlah sangat tinggi akan mempengaruhi fungsi ginjal. Penyebab yang paling utama terjadinya alkalosis metabolik antara lain :

- a. Penggunaan konsumsi diuretik
- b. Hilangnya sejumlah asam
- c. Keadaan Kelenjar adrenal yang sangat aktif

Pada kehidupan sehari-hari apabila terjadi keadaan alkalosis yang sangat berat, maka bisa terjadi sesuatu yang menimbulkan kontraksi serta kejangnya otot yang hingga berkepanjangan (tetani). Pada umumnya alkalosis metabolik dapat disembuhkan

dengan jalan memberikan cairan dan elektrolit seperti natrium dan kalium. (Hawfield and DuBose, 2010). Asam/basa kuat adalah senyawa yang mengalami ionisasi hampir sempurna (ionisasi $\approx 100\%$). Sedangkan asam/basa lemah adalah senyawa yang ionisasinya sangat kecil. Berdasarkan pasangan asam-basa konjugasi dalam teori asam-basa Bronsted-Lowry, maka:

- semakin kuat asam/basa, pasangan basa/asam konjugasinya semakin lemah
- semakin lemah asam/basa, pasangan basa/asam konjugasinya semakin kuat.

5.8 KESIMPULAN

Keseimbangan larutan asam basa merupakan keadaan yang menjelaskan bahwa konsentrasi ion hidrogen yang telah dihasilkan adalah sebanding dengan konsentrasi ion hidrogen yang dikeluarkan oleh sel tubuh makhluk hidup. Reaksi biokimia tingkat molekuler yang terjadi pada kehidupan sehari – hari bahwa keseimbangan asam berhubungan erat dengan adanya senyawa asam lemah dan basa lemah, konsentrasi ion H^+ atau ion OH^- yang relatif sangat rendah. Pada pengamatan tentang Derajat keasaman (pH) yang terdapat di dalam darah manusia yang normal antara 7.35 hingga 7.45. Peristiwa ini ada 2 kelainan utama dalam menjaga keseimbangan asam maupun basa, adalah asidosis atau alkalosis. Asam dan Basa merupakan dua golongan zat kimia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Berkaitan dengan sifat asam basa, larutan dikelompokkan dalam tiga golongan, yaitu bersifat asam, bersifat basa, dan bersifat netral. Asam dan basa memiliki sifat-sifat yang berbeda, sehingga dapat kita bisa menentukan sifat suatu larutan. Sifat asam basa suatu larutan juga dapat ditentukan dengan mengukur pH-nya. pH merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat

keasaman larutan. Larutan asam memiliki pH kurang dari 7, larutan basa memiliki pH lebih dari 7, sedangkan larutan netral memiliki pH 7. pH suatu larutan dapat ditentukan dengan indikator pH atau dengan pH meter. Menurut penjelasan tersebut menjelaskan tentang keseimbangan asam basa serta berbagai macam faktor atau hal - hal yang berkaitan dengan keseimbangan asam basa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramowitz M. 2014. Acid-Base Balance and Physical Function. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. ;9(12):2030-2032.
- Astuti, F., T. Redjeki, & N. D. Nurhayati. 2016. Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebabnya pada Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 1 Sukoharjo pada Materi Pokok Stoikiometri. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(2), pp.10–17.
- Aufschnaiter, C. V. & C. Rogge. 2010. Misconceptions or Missing Conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), pp.3–18.
- Chandrasegaran, A.L., D. F. Treagust, & M. Mocerino. 2007. The development of a twotier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students ' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), pp.293–307.
- Hawfield A, DuBose T. 2010. Acid-Base Balance Disorders. eLS.
- Horne, M. M & Swearingen, P. L. 2000. Keseimbangan cairan, elektrolit, & Asam Basa. (ed. 2). Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Mangku G, Senapathi TGA. 2010. Buku ajar ilmu anestesia dan reanimasi. Jakarta: PT. Indeks.
- Sacks G. 2004. The ABC's of Acid-Base Balance. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*. ;9(4):235-242.
- Sheppard, J.M. & W. B. Young. 2007. Agility literature review: Classifications, Training and Testing. *Journal of Sport Sciences*, 24(9), pp.919–932.
- Stojanovska, M., V. M. Petruševski, & B. Goptrajanov. 2014. Study of The Using Three Levels of Thinking and Representation. *Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences*, 35(1), pp.37–46.

Vaughan - Jones. RD AND Boron, W F. 2015. Integration of acid-base and electrolyte disorders. N Engl J Med. 2014;371(19):1821-1831

BAB 6

INDIKATOR ASAM BASA

Oleh Anisa Aurum Ningtyas

6.1 Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terlepas dengan segala senyawa baik yang bersifat asam maupun basa. Senyawa yang dikenal asam diantaranya adalah asam sitrat, asam laktat, asam cuka, dan lain-lain. Beberapa contoh tersebut dikenal sebagai senyawa asam diketahui dari rasanya dan namanya. Sementara itu, senyawa basa diketahui melalui tampilan fisiknya yang bersifat licin serta menghasilkan busa ketika dicampurkan dengan air dan saat dicicipi rasanya pahit. Senyawa yang seringkali dikenal masyarakat bersifat basa adalah sabun (Wardani & Arifiyana, 2020).



Gambar 6.1 Asam Cuka

(Sumber : <https://kumparan.com/rfatahillah2021/asam-cuka-sebagai-pengganti-formalin-dalam-pengawetan-makanan-1xtAVQQ23Cl/1/gallery/1>)



Gambar 6.2 Sabun

(Sumber : <https://www.liputan6.com/on-off/read/4617841/hentikan-kebiasaan-cuci-wajah-dengan-sabun-batangan-begini-penjelannya>)

Suatu larutan digolongkan bersifat asam atau basa dapat diketahui dari kekuatan masing-masing yang dimiliki. Kekuatan asam maupun basa dituliskan sebagai derajat keasaman (pH). Sifat asam untuk larutan yang memiliki pH kurang dari tujuh (<7) dan sifat basa untuk larutan yang memiliki pH lebih dari tujuh (>7). Tidak hanya itu, untuk larutan yang memiliki pH tujuh ($=7$) disebut larutan yang bersifat netral (Wardani & Arifiyana, 2020).

Skala keasaman dapat ditentukan dengan menggunakan suatu indikator asam-basa. Indikator tersebut bisa berupa indikator alami maupun indikator buatan. Selain itu terdapat pula indikator asam basa berupa pH meter. Alat ini bisa digunakan untuk menentukan nilai pH dengan lebih teliti dan lebih cepat daripada indikator universal (Wardani & Arifiyana, 2020).

6.2 Indikator Alami

Indikator alami pada umumnya dihasilkan dari proses ekstraksi. Indikator ini berasal dari tumbuhan contohnya kubis ungu, kunyit, maupun kembang sepatu. Bagian-bagian yang

bisa digunakan bisa mulai dari bunga, akar, daun, hingga batangnya. Tumbuh-tumbuhan ini bisa dijadikan sebagai indikator karena dapat menghasilkan warna-warna yang berbeda pada setiap larutan basa ataupun asam (Yusuf, 2019).

6.2.1 Kubis ungu



Gambar 6.3 Kubis Ungu

(Sumber : www.kimialibrary.blogspot.com)

Di dalam kubis merah terdapat pigmen antosianin, yaitu pigmen dengan kisaran warna merah yang luas. Antosianin memiliki struktur yang dapat berubah akibat adanya pengaruh ion H^+ maupun ion OH^- . Pada suasana asam (pengaruh ion H^+), pigmen antosianin tersebut akan berubah warna dari ungu menjadi merah, sedangkan jika pigmen antosianin berada pada suasana basa (dipengaruhi ion OH^-) maka warna pigmen akan berubah dari warna ungu menjadi warna hijau atau berkisar menuju warna kuning tergantung konsentrasi OH^- yang terkandung dalam larutan. Jadi, tingkat konsentrasi ion H^+ atau OH^- sangat berpengaruh terhadap warna yang terbentuk.

6.2.2 Kembang Sepatu



Gambar 6.4 Kembang Sepatu
(Sumber : www.abuhalim.wordpress.com)

Kembang sepatu mengandung pigmen yang bernama antosianin. Dalam suasana asam, indikator bunga sepatu ini akan berwarna merah, sedangkan pada suasana basa indikator kembang sepatu akan berubah warna menjadi hijau.

6.2.3 Kunyit



Gambar 6.5 Kunyit
(Sumber : www.konsultankolesterol.com)

Kurkumin merupakan pigmen yang terkandung di dalam kunyit. Kurkumin merupakan suatu zat alami kuning, yang bersifat lebih stabil terhadap suhu dan cahaya. Pigmen kurkumin inilah yang berperan sehingga kunyit dapat digunakan sebagai indikator asam-basa. Struktur kurkumin akan mengalami perubahan akibat adanya pengaruh ion H^+ atau ion OH^- . Suasana asam akan menyebabkan indikator

kunyit ini menunjukkan warna kuning, sedangkan dalam suasana basa akan menunjukkan warna coklat. Pigmen kurkumin juga terkandung dalam temulawak.

6.3 Indikator Buatan

Indikator yang secara sengaja dibuat untuk mengetahui larutan bersifat asam atau basa disebut dengan indikator buatan. Contoh dari indikator ini adalah indikator universal, lakmus, dan larutan indikator (Yusuf, 2019).

6.3.1 Indikator Universal

Indikator ini digunakan dengan cara mencocokkan warna kertas indikator terhadap warna yang ada pada tabel larutan indikator. Indikator universal digunakan tidak hanya untuk menentukan sifat asam atau basa saja, melainkan juga dapat digunakan untuk menentukan nilai pH suatu larutan.

Menurut Bogen, indikator universal tersusun oleh senyawa-senyawa berikut ini :

- Fenolftalein 0,2 gram
- Metil merah 0,4 gram
- Dimetil azobenzen 0,6 gram
- Brom timol biru 0,8 gram
- Biru timol 1,0 gram

Senyawa-senyawa tersebut dicampurkan dan direaksikan dengan 1 liter alkohol sebesar 98%. Setelah itu larutan dinetralkan melalui penambahan NaOH encer hingga warna larutan berwarna kuning mumi. Tabel berikut menunjukkan nilai pH dengan warna indikator universal (Ernaviata, 2018):

Tabel 6.1 Hubungan antara pH dengan Warna Indikator Universal

Nilai pH	Warna Indikator Universal
1	Merah
2	Merah lebih muda
3	Merah lebih muda lagi
4	Merah sangat muda
5	Jingga
6	Kuning
7	Hijau
8	Biru
9	Indigo
10	Ungu sangat muda
11	Ungu lebih muda
12	Ungu muda
13	Ungu kurang tua
14	Ungu tua

Sumber : (Ernaviata, 2018)

Rentang pH yang dapat dijangkau oleh indikator ini adalah 1-14. Warna yang spesifik akan terbentuk pada pH tertentu. Indikator universal menghasilkan nilai pH larutan yang sedang diuji pada interval $\text{pH} = 1$. Indikator universal digunakan dengan cara mencelupkannya ke dalam larutan uji lalu dilakukan pengamatan terhadap perubahan warna yang terjadi sambil dicocokkan dengan warna yang terdapat pada kemasan indikator universal yang ada. Secara sekilas memang cukup mirip dengan penggunaan kertas lakmus, namun yang membedakan adalah pada kertas lakmus hanya dapat digunakan untuk menggolongkan larutan uji bersifat asam atau basa saja tanpa menunjukkan pH secara spesifik (Wardani & Arifiyana, 2020).



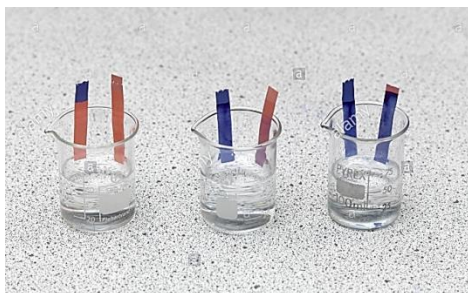
Gambar 6.6 Indikator Universal

(Sumber : <https://anirusmiati.wordpress.com/2021/01/29/indikator-asam-basa/>)

6.3.2 Lakmus

Asal kata lakmus adalah 'litmus' yang artinya suatu tanaman yang dapat menghasilkan warna jika bereaksi dengan asam atau basa. Terdapat dua macam kertas lakmus, yaitu lakmus merah dan lakmus biru. Lakmus diekstraksi dari sebangsa tumbuhan lumut. Penggunaannya dengan cara direndam ke dalam larutan yang akan diuji lalu dikeringkan. Kertas lakmus memiliki rentang pH yang lebih lebar berdasarkan perubahan warnanya dibandingkan dengan indikator-indikator pH lainnya. Oleh karena itu, lakmus digunakan sebagai petunjuk secara umum mengenai apakah suatu larutan tergolong asam atau basa (Haryono, 2019).

Indikator lakmus : $\text{pH} < 4,5$ $\text{pH} > 8,3$
 Merah Biru



Gambar 6.7 Kertas Lakmus

(Sumber : <https://www.vlaby.com/public/id/details/79/Litmus%20paper>)

Kertas lakmus merah akan tetap merah jika dicelupkan ke dalam larutan asam dan berubah menjadi biru jika dicelupkan dalam larutan basa. Sementara itu, kertas lakmus biru akan tetap biru dalam larutan basa dan berubah menjadi merah jika dicelupkan ke dalam larutan asam. Tabel berikut menampilkan perubahan warna kertas lakmus dalam suatu larutan yang memiliki sifat basa, asam, maupun netral :

Tabel 6.2. Perubahan Warna Kertas Lakmus dalam Beberapa Larutan

Larutan	Perubahan Warna Kertas	
	Lakmus Biru	Lakmus Merah
Air Jeruk Nipis	Merah	Merah
Cuka Dapur	Merah	Merah
Air Sabun	Biru	Biru
Air Kapur Sirih	Biru	Biru
Vitamin C	Merah	Merah

Larutan	Perubahan Warna Kertas	
	Lakmus Biru	Lakmus Merah
Soda Api	Biru	Biru
Amonia	Biru	Biru
Air Jeruk Lemon	Merah	Merah

Sumber : (Ernaviata, 2018)

6.3.3 Larutan Indikator

Larutan ini adalah larutan yang sengaja dibuat untuk dapat digunakan pada rentang pH tertentu. Berikut adalah beberapa diantaranya

Tabel 6.3. Beberapa Contoh Larutan Indikator dengan Trayek Perubahan Warna

Indikator Larutan	Trayek pH	Perubahan Warna
Metil Jingga (MJ)	3,1 – 4,4	Merah – Kuning
Metil Merah (MM)	4,2 – 6,3	Merah – Kuning
Brom Kresol Hijau (BKH)	3,8 – 5,4	Kuning – Biru
Brom Timol Biru (BTB)	6,0 – 7,6	Kuning – Biru
Fenolftalin (PP)	8,3 - 10	Tidak berwarna - Merah

Sumber : (Ernaviata, 2018)



Gambar 6.8 Berbagai Macam Larutan Indikator

(Sumber : <https://anirusmiati.wordpress.com/2021/01/29/indikator-asam-basa/>)

DAFTAR PUSTAKA

- Ernaviata. 2018. *MODUL TEMA 8 Interaksi Asam Basa dalam Kehidupan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan- Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Haryono, H. E. 2019. *Kimia Dasar* (Cetakan Pertama). Yogyakarta: deepublish.
- Wardani, R. K., & Arifiyana, D. 2020. *Suhu, Waktu dan Kelarutan Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang*. Gresik: Graniti.
- Yusuf, Y. 2019. *Belajar Mudah Kimia Analisis*. Tangerang: EduCenter Indonesia.

BAB 7

KELARUTAN DAN HASILKALI

KELARUTAN

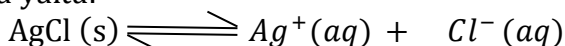
Oleh Agnes Rantesalu

7.1 Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari kita akan dihadapkan dengan reaksi pengendapan baik itu dalam dunia obat-obatan, industri, dll. Reaksi pengendapan kalsium karbonat (CaCO_3) misalnya, sering kita jumpai pada stalaktit dan stalagmit. Kelarutan sendiri adalah batas larut zat di dalam pelarut tertentu (dalam hal ini air) pada suhu dan tekanan tertentu (sebagai larutan jenuh) (Yusuf, 2019).

7.2 Hasil kali Kelarutan

Kesetimbangan kelarutan dari larutan jenuh perak klorida yaitu:

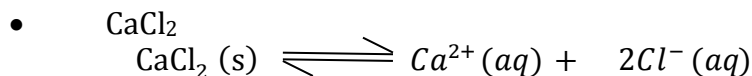


Garam AgCl memiliki elektrolit kuat yang larut di air dan sempurna terurai menjadi ion Ag^+ dan ion Cl^- . Maka konstanta kesetimbangan untuk pelarutan AgCl adalah

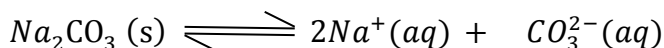
$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

K_{sp} adalah konstanta hasilkali kelarutan, dimana hasilkali kelarutan merupakan hasilkali konsentrasi molar dari stoikiometrinya dalam persamaan kesetimbangan.

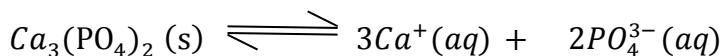
Persamaan hasilkali kelarutan untuk bentuk senyawa lain misalnya:



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{Cl}^{-}]^2$$



$$K_{sp} = [\text{Na}^{+}]^2 [\text{CO}_3^{2-}]$$



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^3 [\text{PO}_4^{3-}]^2$$

Berikut adalah nilai K_{sp} dari sejumlah garam yang kelarutannya rendah.

Tabel 7.1 Hasil kali Kelarutan Beberapa Senyawa Ionik dengan Kelarutan Rendah pada 25 °C

Senyawa	K_{sp}
Aluminium hidroksida $[\text{Al}(\text{OH})_3]$	$1,8 \cdot 10^{-33}$
Barium karbonat (BaCO_3)	$8,1 \cdot 10^{-9}$
Barium fluorida (BaF_2)	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Bismut sulfida (Bi_2S_3)	$1,6 \cdot 10^{-72}$
Barium sulfat (BaSO_4)	$1,1 \cdot 10^{-10}$
Besi (II) sulfida (FeS)	$6,0 \cdot 10^{-19}$

Senyawa	K_{sp}
Besi (II) hidroksida [$Fe(OH)_2$]	$1,6 \cdot 10^{-14}$
Besi (III) hidroksida [$Fe(OH)_3$]	$1,1 \cdot 10^{-36}$
Kalsium karbonat ($CaCO_3$)	$8,7 \cdot 10^{-9}$
Kalsium fluorida (CaF_2)	$4,0 \cdot 10^{-11}$
Kalsium hidroksida [$Ca(OH)_2$]	$8,0 \cdot 10^{-6}$
Kalsium fosfat [$Ca_3(PO_4)_2$]	$1,2 \cdot 10^{-26}$
Kadmium Sulfida (CdS)	$8,0 \cdot 10^{-28}$
Kromium(III) hidroksida [$Cr(OH)_3$]	$3,0 \cdot 10^{-29}$
Kobalt(II) sulfida (CoS)	$4,0 \cdot 10^{-21}$
Magnesium hidroksida [$Mg(OH)_2$]	$1,2 \cdot 10^{-11}$
Magnesium karbonat ($MgCO_3$)	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Mangan (II) sulfida (MnS)	$3,0 \cdot 10^{-14}$
Merkuri (I) klorida (Hg_2Cl_2)	$3,5 \cdot 10^{-18}$
Merkuri (II) sulfida (HgS)	$4,0 \cdot 10^{-54}$
Nikel (II) sulfida (NiS)	$1,4 \cdot 10^{-24}$
Perak bromida ($AgBr$)	$7,7 \cdot 10^{-13}$
Perak karbonat (Ag_2CO_3)	$8,1 \cdot 10^{-12}$
Perak klorida ($AgCl$)	$1,6 \cdot 10^{-10}$
Perak iodida (AgI)	$8,3 \cdot 10^{-17}$
Perak sulfat (Ag_2SO_4)	$1,4 \cdot 10^{-5}$

Senyawa	K _{sp}
Perak sulfida (Ag ₂ S)	$6,0 \cdot 10^{-51}$
Seng hidroksida [Zn (OH) ₂]	$1,8 \cdot 10^{-14}$
Seng sulfida (ZnS)	$3,0 \cdot 10^{-23}$
Stronsium karbonat (SrCO ₃)	$1,6 \cdot 10^{-9}$
Stronsium sulfat (SrSO ₄)	$3,8 \cdot 10^{-7}$
Timah (II) sulfida (SnS)	$1,0 \cdot 10^{-26}$
Tembaga (I) bromida (CuBr)	$4,2 \cdot 10^{-8}$
Tembaga (I) iodida (CuI)	$5,1 \cdot 10^{-12}$
Tembaga (II) hidroksida [Cu (OH) ₂]	$2,2 \cdot 10^{-20}$
Tembaga (II) sulfida (CuS)	$6,0 \cdot 10^{-37}$
Timbal (II) karbonat (PbCO ₃)	$3,3 \cdot 10^{-14}$
Timbal (II) klorida (PbCl ₂)	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Timbal (II) kromat (PbCrO ₄)	$2,0 \cdot 10^{-14}$
Timbal (II) fluorida (PbF ₂)	$4,1 \cdot 10^{-8}$
Timbal (II) iodida (PbI ₂)	$1,4 \cdot 10^{-8}$
Timbal (II) sulfida (PbS)	$3,4 \cdot 10^{-28}$

Sumber: (Chang, 2005)

Hasilkali ion (Q) menyatakan hasilkali konsentrasi molar ion yang dipangkatkan dengan koefisien dari stoikiometrinya. Contoh pada larutan yang memiliki ion Ag⁺ dan ion Cl⁻ pada suhu 25 °C

$$Q = [Ag^+]_0 [Cl^-]_0$$

Hubungan yang mungkin antara Q dan K_{sp} yaitu

$Q < K_{sp}$ Larutan yang tidak jenuh

$$[Ag^+]_0 [Cl^-]_0 < 1,6 \cdot 10^{-10}$$

$$Q = K_{sp}$$

Larutan yang tepat jenuh

$$[Ag^+]_0 [Cl^-]_0 = 1,6 \cdot 10^{-10}$$

$$Q > K_{sp}$$

Larutan yang kelewat jenuh; AgCl ini kemudian akan mengendap sampai hasil kali konsentrasi ion akan sama dengan nilai $1,6 \times 10^{-10}$

7.3 Kelarutan Molar dan Kelarutan

Semakin kecil nilai kelarutan suatu senyawa ionik K_{sp} , semakin sedikit pula kelarutan senyawa itu di dalam air. Penggunaan K_{sp} untuk perbandingan kelarutan harus menggunakan senyawa dengan rumus yang juga sama, seperti AgBr dan PbS, atau BaF₂ dan Ca(OH)₂. Kelarutan molar adalah jumlah mol dari zat terlarut dalam satu liter larutan jenuh (mol/liter) pada suhu tertentu (25 °C), dan kelarutan adalah jumlah dari gram zat terlarut dalam satu liter larutan jenuh (gram/liter) pada suhu tertentu (25 °C) (Haryono, 2019).

Contoh 7.1:

Kelarutan pada larutan timbal kromat (PbCrO₄) $4,5 \cdot 10^{-5}$ g/L. Hitunglah hasil kali dari kelarutan senyawa tersebut.

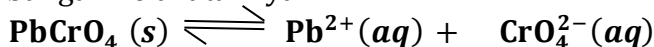
Penyelesaian:

Untuk mengubah K_{sp} dari kelarutan, maka harus mengubahnya ke dalam molaritas terlebih dahulu (g/L menjadi mol/L).

Maka mol PbCrO₄ yang dilarutkan dalam 1 L larutan (Molaritas) adalah

$$\frac{4,5 \times 10^{-5} \text{ g PbCrO}_4}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{1 \text{ mol PbCrO}_4}{323,2 \text{ g CaSO}_4} = 1,4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Kesetimbangan kelarutannya



Setiap mol PbCrO_4 yang larut, dihasilkan 1 mol Pb^{2+} dan 1 mol CrO_4^{2-} . Pada kesetimbangan

$$[\text{Pb}^{2+}] = 1,4 \times 10^{-7} \text{ M} \text{ dan } [\text{CrO}_4^{2-}] = 1,4 \times 10^{-7} \text{ M}$$

Maka K_{sp} adalah

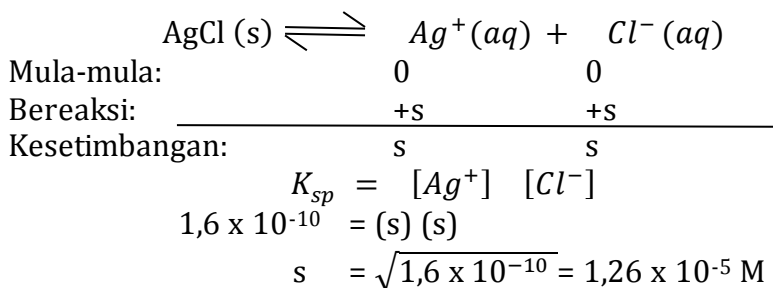
$$\begin{aligned} K_{sp} &= [\text{Pb}^{2+}] [\text{CrO}_4^{2-}] \\ &= (1,4 \times 10^{-7}) (1,4 \times 10^{-7}) \\ &= 2 \times 10^{-14} \end{aligned}$$

Kita juga dapat menentukan **kelarutan molar** senyawa jika diketahui nilai K_{sp} nya.

Contoh 7.2:

Jika K_{sp} pada perak klorida (AgCl) adalah $1,6 \times 10^{-10}$. Maka kelarutan molarnya dapat dihitung dengan cara:

Mula-mula diidentifikasi spesi pada kesetimbangan. Terdapat ion Ag^+ dan ion Cl^- . Jika s merupakan kelarutan molar (mol/L) AgCl , dan satu AgCl dapat menghasilkan satu ion Ag^+ dan satu ion Cl^- , maka pada kesetimbangan $[\text{Ag}^+]$ dan $[\text{Cl}^-]$ masing-masing adalah s .



jadi pada kesetimbangan terdapat

$$[Ag^+] = 1,26 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[Cl^-] = 1,26 \times 10^{-5} \text{ M}$$

Maka kelarutan molar AgCl yaitu **$1,26 \times 10^{-5} \text{ M}$**

Perhitungan kelarutan dalam g/L dapat dilanjutkan dengan mengetahui massa molar AgCl yaitu 143,35 g. Maka perhitungan kelarutan dalam g/L yaitu:

$$\begin{aligned} \text{kelarutan AgCl} &= \frac{1,26 \times 10^{-5} \text{ mol AgCl}}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{143,35 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} \\ &= 1,8 \times 10^{-3} \text{ g/L} \end{aligned}$$

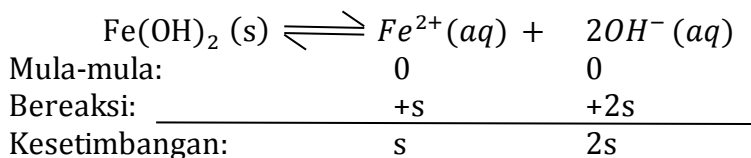
Contoh 7.3:

Hitunglah kelarutan dari besi (II) hidroksida $Fe(OH)_2$ dalam g/L ($K_{sp} = 1,6 \times 10^{-14}$)!

Penyelesaian:

Pertama dengan cara menghitung jumlah mol senyawa yang dilarutkan (kelarutan molar) lalu menghitung massa dalam gram dengan massa molar senyawa tersebut.

Jika s adalah kelarutan molar $Fe(OH)_2$, dan $Fe(OH)_2$ menghasilkan satu ion Fe^{2+} dan dua ion OH^- . Maka pada kesetimbangan Fe^{2+} adalah s dan OH^- adalah $2s$.



$$\begin{aligned} K_{sp} &= [Fe^{2+}] [OH^-]^2 \\ 1,6 \times 10^{-14} &= (s) (2s)^2 \\ s &= \sqrt[3]{\frac{1,6 \times 10^{-14}}{4}} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ M} \end{aligned}$$

massa molar Fe(OH)_2 adalah 89,85 g. Maka perhitungan kelarutan dalam g/L yaitu:

$$\text{kelarutan } \text{Fe(OH)}_2 = \frac{1,6 \times 10^{-5} \text{ mol } \text{Fe(OH)}_2}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{89,85 \text{ g } \text{Fe(OH)}_2}{1 \text{ mol } \text{Fe(OH)}_2} = 1,4 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

Tabel 7.2 Hubungan antara K_{sp} dan Kelarutan Molar (s)

Senyawa	Persamaan K_{sp}	Kation	Anion	Hubungan K_{sp} dan s
AgBr	$[\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$	s	s	$K_{sp} = s^2;$ $s = (K_{sp})^{\frac{1}{2}}$
CaCO_3	$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$	s	s	$K_{sp} = s^2;$ $s = (K_{sp})^{\frac{1}{2}}$
Ag_2SO_4	$[\text{Ag}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}]$	2s	s	$K_{sp} = 4s^3;$ $s = \left(\frac{K_{sp}}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$
PbCl_2	$[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	s	2s	$K_{sp} = 4s^3;$ $s = \left(\frac{K_{sp}}{4}\right)^{\frac{1}{3}}$
Cr(OH)_3	$[\text{Cr}^{3+}][\text{OH}^-]^3$	s	3s	$K_{sp} = 27s^4;$ $s = \left(\frac{K_{sp}}{27}\right)^{\frac{1}{4}}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$[\text{Ca}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$	3s	2s	$K_{sp} = 108s^5;$ $s = \left(\frac{K_{sp}}{108}\right)^{\frac{1}{5}}$

7.4 Memprediksi Reaksi Pengendapan

Memprediksi suatu endapan dapat terbentuk dengan tidaknya, bisa dilakukan jika mencampur dua larutan atau senyawa dapat larut dalam larutan. Untuk mendapatkan

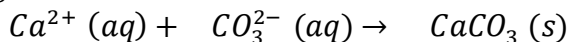
senyawa dalam bentuk endapan dapat dilakukan dengan menyesuaikan konsentrasi ion sampai hasil kali ion melampaui K_{sp} .

Contoh 7.4 :

Sebanyak 300 mL $BaCO_3$ 0,4 M ditambahkan pada 500 mL $CaCl_2$ 0,2M, apakah akan terjadi endapan ?

Penyelesaian :

Ion-ion yang ada dalam larutan Ba^{2+} , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Cl^- . Endapan yang mungkin terbentuk adalah $CaCO_3$.



Jumlah mol CO_3^{2-} dalam 300 mL larutan di awal adalah

$$300 \text{ mL} \times \frac{0,4 \text{ mol } CO_3^{2-}}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1,2 \times 10^{-1} \text{ mol } CO_3^{2-}$$

Volume total penggabungan 800 mL. Maka konsentrasi CO_3^{2-} dalam volume total 800 mL adalah

$$\begin{aligned} CO_3^{2-} &= \frac{1,2 \times 10^{-1} \text{ mol}}{800 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L larutan}} \\ &= 1,5 \times 10^{-1} \text{ M} \end{aligned}$$

Jumlah mol Ca^{2+} dalam 500 mL larutan di awal adalah

$$500 \text{ mL} \times \frac{0,2 \text{ mol } Ca^{2+}}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1 \times 10^{-1} \text{ mol } Ca^{2+}$$

Volume total penggabungan 800 mL. Konsentrasi mol Ca^{2+} dalam volume 800 mL adalah

$$\begin{aligned} Ca^{2+} &= \frac{1 \times 10^{-1} \text{ mol}}{800 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L larutan}} \\ &= 1,25 \times 10^{-1} \text{ M} \end{aligned}$$

K_{sp} $CaCO_3$ dari Tabel 7.1 adalah $8,7 \times 10^{-9} \text{ M} =$

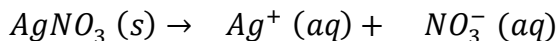
Nilai Q dapat ditentukan dengan :

$$Q = [Ca^{2+}]_0 [CO_3^{2-}]_0 = (1,25 \cdot 10^{-1})(1,5 \cdot 10^{-1}) \\ = 1,9 \cdot 10^{-2}$$

$Q > K_{sp}$. Larutan tersebut kelewat jenuh

7.5 Efek Ion Senama dan Kelarutan

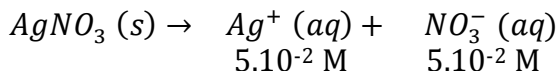
Jika kita mengkaji larutan dengan dua ion senama seperti AgCl dan AgNO₃, proses tersebut menambah konsentrasi dari total ion perak senama di dalam larutan:



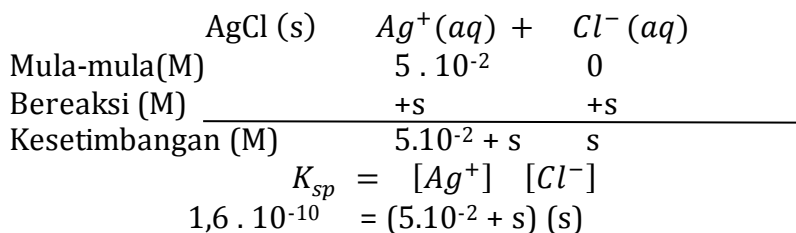
Penambahan AgNO₃ pada larutan AgCl jenuh meningkatkan [Ag⁺] dan akan membuat hasil kali ion lebih besar dari hasil kali kelarutan :

$$Q = [Ag^+]_0 [Cl^-]_0 > K_{sp}$$

Contoh 7.5 : hitunglah kelarutan perak klorida (dalam g/L) dalam larutan perak nitrat 5×10^{-2} M
penyelesaian



Jika s merupakan kelarutan molar AgCl dalam AgNO₃, perubahan konsentrasinya yaitu:



Karena AgCl sangat tidak larut dan juga adanya Ag^+ dari AgNO_3 menurunkan kelarutan AgCl, s sangat kecil dibandingkan $5 \cdot 10^{-2}$, sehingga $5 \cdot 10^{-2} + s = 5 \cdot 10^{-2}$.

$$1,6 \cdot 10^{-10} = (5 \cdot 10^{-2}) (s)$$

$$s = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^+] = (5 \cdot 10^{-2} + 3,2 \cdot 10^{-9}) \text{ M} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

Kelarutan AgCl dalam larutan AgNO_3

$$= \frac{3,2 \times 10^{-9} \text{ mol}}{1 \text{ L larutan}} \times \frac{143,4 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. 2005. *Kimia dasar Konsep-Konsep Inti Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Haryono, H. 2019. *Kimia Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Yusuf, Y. 2019. *Belajar Mudah Kimia Analisis*. Jakarta: EduCenter Indonesia.

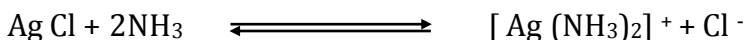
BAB 8

KESETIMBANGAN LARUTAN ION KOMPLEKS

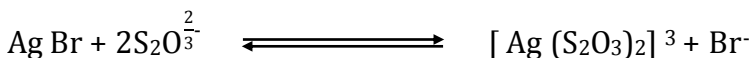
Oleh Andi Budirohmi

8.1 Pendahuluan

Pengetahuan tentang kesetimbangan dari ion kompleks di dalam larutan mempunyai makna yang penting. Penerapan kesetimbangan larutan banyak dijumpai, baik di laboratorium, industri ataupun dalam keadaan sehari-hari (Ram.C dkk, 2021). Pada analisa kualitatif, endapan banyak diubah menjadi larutan dengan cara mengubahnya menjadi kompleks, misalnya (David dkk, 2015) :

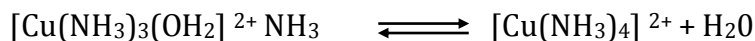
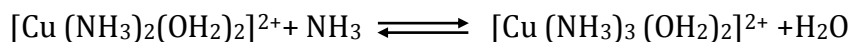
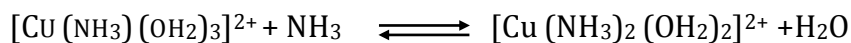
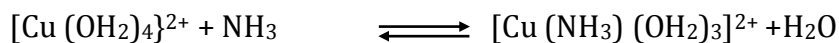


Penggunaan hipo dalam industri fotografi sudah sangat lazim. Zat ini bila direaksikan dengan perak halida dalam film membentuk kompleks yang stabil dan larut, sehingga hipo dapat dipakai sebagai bahan pencuci (John. T.More,2015):



Pada proses pemurnian air sadah, digunakan zat yang mempunyai ion-ion yang menyebabkan air bersifat sadah, seperti Ca^{++} dan Mg^{++} , membentuk kompleks-kompleks yang setimbang dan larut (K. Burger, 1983)

Jika larutan tembaga (II) dalam air ditambahkan dengan amoniak, terjadi reaksi. Adapun reaksinya sebagai berikut :



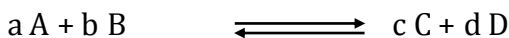
Pada reaksi tersebut setiap ion ada di dalam larutan, tetapi dalam larutan yang berisi amoniak bebas sebesar 0,01 — 5 molar, terdapat senyawa $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Persamaan reaksi di atas menunjukkan, bahwa Cu (II) lebih cenderung membentuk kompleks dengan NH_3 dari pada dengan H_2O . Dalam hal tertentu lebih cepat didapati logam yang cenderung memilih ligand tertentu untuk membentuk kompleks (K.Burger,1983).

Sebagaimana kita pahami bahwa ion-ion logam akan berpasangan dengan ligand-anion dibandingkan ligand netral atau positif. Pada hakekatnya sulit ditetapkan, ligand-ligand yang mana membentuk kompleks setimbang dengan ion logam tertentu. Secara kuantitatif kesetimbangan ion-ion kompleks dinyatakan dengan apa yang disebut tetapan kesetimbangan (David dkk, 2015).

Kesetimbangan dari ion kompleks dapat diketahui bila di dalam larutan air. Hanya dalam beberapa hal, digunakan pelarut-pelarut bukan air atau non-aqueous solvent (K. Burger, 1983).

8.2 Tetapan Kesetimbangan

Tetapan kesetimbangan untuk reaksi setimbang dalam larutan adalah :



besarnya tetapan kesetimbangan K_a adalah :

$$K_a = \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \quad a = \text{aktivitas.}$$

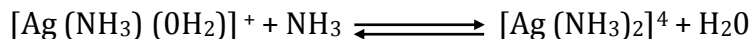
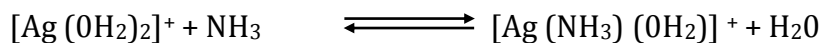
Hubungan aktivitas dengan konsentrasi dituliskan dengan persamaan:

$$a = c \cdot \gamma \quad c = \text{konsentrasi}$$

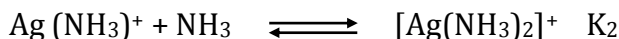
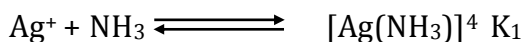
γ = koefisien aktivitas.

Pada larutan yang sangat encer $\gamma = 1$, hingga $a = c$. Larutan dengan konsentrasi biasa pada laboratorium $\gamma < 1$, yang mana aktivitas lebih kecil dari konsentrasi. Pada perhitungan aktivitas dianggap sama dengan konsentrasi. Persamaan ini berlaku untuk larutan yang sangat encer (Darrrell dan Steven, 2015).

Sebagaimana diketahui ion kompleks dalam larutan terbentuk secara bertingkat, dapat dituliskan tetapan kesetimbangannya (Darrell dan Steven, 2015) misalnya :

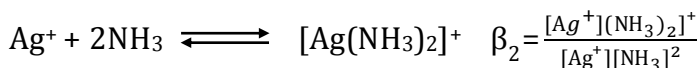
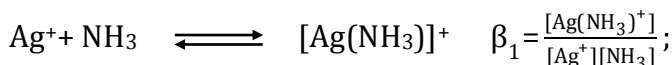


Seperti yang kita pahami, total air dalam hidrat ion logam terkadang tidak didapatkan dan konsentrasi air dapat dianggap konstan, sehingga tidak memberikan efek pada tetapan kesetimbangan. Dalam hal penulisan reaksi molekul H_2O tidak ditulis (Darrell dan Steven, 2015) :



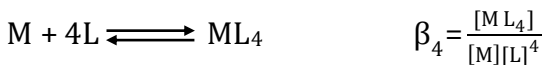
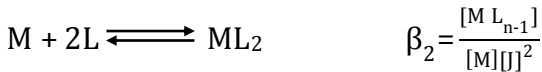
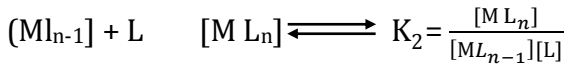
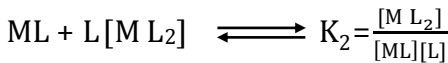
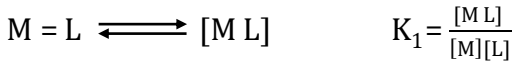
$$K_1 = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]}; \quad K_2 = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+][\text{NH}_3]}$$

K_1 dan K_2 disebut tetapan kesetimbangan berurutan, pertama dan kedua. Tetapan kesetimbangan total atau *over-all stability-constant* biasanya dinyatakan dengan β (Darrell dan Steven, 2015):



$$\beta_2 = K_1 \cdot K_2 = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}$$

Untuk reaksi umum:



$$\beta_n = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n$$

$$\beta_n = \frac{[\text{M L}_n]}{[\text{M}][\text{L}]^n}$$

Nilai tetapan kesetimbangan :

$$K_1 > K_2 > K_3 \dots > K_n$$

Pada Tabel ini diberikan nilai K dan β dari masing-masing ion kompleks.

Tabel 8.1. Tetapan kesetimbangan berturutan dan total beberapa kompleks

Sistem	log K_1	log K_2	log K_3	log K_4	log K_5	log K_6	Total
Hg ²⁺ /Br	8,9	7,9	2,3	1,7	—	—	log $\beta_4 = 20,8$
Cd ²⁺	2,4	1,0	1,6	1,1			log $\beta_4 = 6,1$
Ni ²⁺ /NH ₃	2,8	2,0	1,7	1,3	0,7	0,4	log $\beta_6 = 8,9$
Zn ²⁺ /en	6,0	4,8	2,2				log $\beta_3 = 13,0$
Co ²⁺ /glisinat	4,6	3,8	2,4				log $\beta_3 = 10,8$
Th ⁴⁺ /oksinat	10,5	10,0	9,5	8,9			log $\beta_4 = 38,9$

Sumber: K. Burger, 1983

Tingginya nilai β_n menunjukkan kesetimbangan terhadap ion kompleks, makin tinggi nilai β_n , maka ion kompleks semakin setimbang. Dari data tersebut tingginya nilai β_n bervariasi, kompleks [Fe(CN)₆]⁴⁻ mempunyai $\beta=10^{30}$, namun ada juga kompleks dengan $\beta<1$, hal ini dapat dikatakan bahwa ion kompleks bersifat setimbang bila β_n lebih besar dari 10^8 (K. Burger, 1983).

8.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan ion kompleks

Kesetimbangan dari ion kompleks ditentukan oleh beberapa faktor. Bagaimanapun kesetimbangan ion kompleks sangat ditentukan oleh keberadaan ion pusat dan penyusun ligananya. (Darrell dan Steven, 2015).

8.3.1 Pengaruh ion pusat

a) Besar dan muatan dari ion.

Ion kompleks berasal dari ion-ion dengan molekul yang memiliki dipole. Dapat diprediksi bahwa kompleks-kompleks setimbang berasal dari ion-ion dengan jari-jari kecil dan muatan besar (Brady dan Senese, 2008).

Makin rendah ion logamnya, maka medan listriknya semakin rendah dan ion kompleks yang terbentuk semakin setimbang. Berikut ini tetapan kesetimbangan kompleks hidroksida logam alkali tanah (Darrel dan Steven , 2015), misalnya :

Kompleks: Be OH^+ , Mg OH^+ , Ca OH^+ , Ba OH^+ .

K	10^7	120	30	4
---	--------	-----	----	---

Jika muatan kation nilainya makin tinggi maka medan listriknya makin tinggi dan makin setimbang kompleksnya, misalnya:

Kompleks: Li OH^+ , Mg OH^+ , Y OH^{2+} , Th OH^{3+}

K	2	10^2	107	10
---	---	--------	-----	----

Perpaduan kedua hal di atas dapat dinyatakan dengan perbandingan muatan dan jari-jari, di mana perbandingan muatan semakin besar dan jari-jari, makin setimbang kompleksnya (Tabel 8.2).

Faktor C F S E.

Pada kompleks high spin dari $1 \text{ Mn}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ dengan ligand tertentu, urutan kesetimbangannya disesuaikan dengan urutan jari-jari yang semakin kecil :

Ion	: $\text{Mn}^{++} < \text{Fe}^{++} < \text{Co}^{++} < \text{Ni}^{++} < \text{Cu}^{++} < \text{Zn}^{++}$					
electron d	: d^5	d^6	d^7	d^8	d^9	d^{10}
jari-jari ion ($\text{\AA}$)	: 0,91	0,83	0,82	0,78	0,69	0,74

Urutan ini disebut urutan kesetimbangan natural atau deret Irving William.

Tabel 8.2. Tetapan kesetimbangan kompleks : $(\text{MOH})^{(n-1)+}$

$\text{M}^{n+} + \text{OH} \rightleftharpoons \text{MOH}^{(n-1)+}$				
M^{n+}	jari-jari ion	muatan/jari ²	$K_{\text{MOH} < n-1)^+}$	
Li^+	0,60	1,7		2
Ca^{2+}	0,99	2,0	3 x	10^1
Ni^{2+}	0,69	2,9	3 x	10^3
Y^{3+}	0,93	3,2	1 X	10^7
Th^{4+}	1,02	4,0	1 X	10^{10}
Al^{3+}	0,50	6,0	1 X	10^9
Be^{2+}	0,31	6,5	1 X	10^7

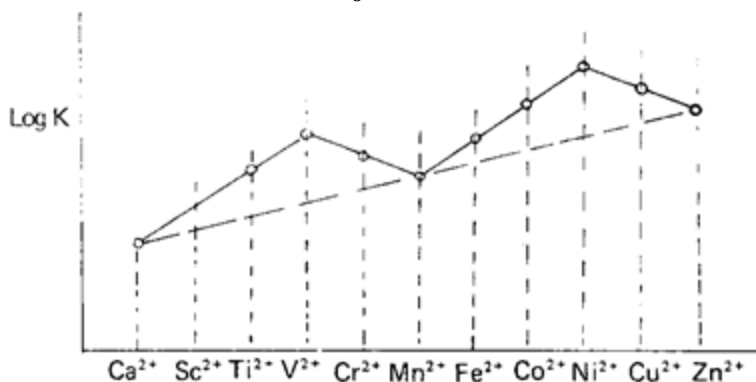
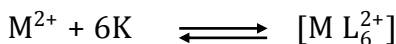
Sumber: Darrell dan Steven, 2015.

Tetapan kesetimbangan untuk kompleks high spin oktahedral $[\text{ML}_6]^{2+}$ seharusnya teratur dari $\text{Mn}^{++} - \text{Cu}^{++}$. Dalam hal ini Cu^{4+} membentuk kompleks distorsi oktahedral.

Pada kenyataannya, tetapan kesetimbangan K berubah seperti dalam Gambar. 8. 1

Pada kompleks oktahedral high spin $[M L_6]^{2+}$, namun ada pengecualian untuk Ca^{2+} , Mn^{2+} dan Zn^{2+} , tetapan kesetimbangannya lebih besar dari pada yang diharapkan. Hal ini bisa dijelaskan dengan teori medan kristal atau C F T. Adanya C F S E dari masing- masing ion kompleks menambah kesetimbangan, sehingga harga K lebih besar dari yang diharapkan.

Dari tabel berikut ternyata kompleks yang berisi d^8 mempunyai C F S E terbesar, sehingga harga K kompleks maksimum diperoleh pada kompleks tersebut (Darrell dan Steven, 2015)



Gambar 8.1. Grafik log K terhadap nomor atom logamtransisi pertama. Garis titik-titik bila C F S E tidak diperhitungkan.

Sumber: Darrell dan Steven, 2015

b) Elemen penyaluran mutan.

Logam-logam dikelompokkan menjadi dua level, yaitu: logam level a dan b. Logam level a adalah logam-logam elektropositif, seperti logam alkali, alkali tanah, logam transisi pertama, logam seri lantanida dan seri aktinium (Emil dkk, 2020).

Logam level b ialah logam-logam yang lebih elektronegatif, yakni logam-logam Pt, Au, Hg dan Pb serta logam-logam transisi ringan dengan bilangan oksidasi rendah. Logam-logam level a menghasilkan kompleks yang setimbang dengan ligand yang atom donornya N, O atau F misalnya NH dan H₂O. Logam-logam level b menghasilkan kompleks yang setimbang dengan ligand dengan atom donornya lebih berat dari N, O dan F, misalnya P, S dan I (Darrell dan Steven, 2015).

Tabel 8.3. C F S E Kompleks oktahedral high spin dari ion divalen transisi pertama.

Ion	Elektron t _{2g}			Elektron e _g		C F S E
Ti ²⁺	1↓	1	1			0,8 _{Δo}
V ²⁺	1	1	1			1,2 _{Δo}
Cr ²⁺	1	1	1			0,6 _{Δo}
Mn ²⁺	1	1	1	1	1	0,0 _{Δo}
Fe ²⁺	1↓	1	1	1	1	0,4 _{Δo}
Co ²⁺	1↓	1↓	1	1	1	0,8 _{Δo}
Ni ²⁺	1↓	1↓	1↓	1	1	1,2 _{Δo}
Cu ²⁺	1↓	1↓	1↓	1↓	1	0,6 _{Δo}

Ion	Elektron t_{2g}	Elektron e_g	C F S E
Zn^{2+}	$\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow$	$0,0_{\Delta_o}$

Sumber: Darrell dan Steven, 2015.

8.3.2 Pengaruh ligand

(a) Besar dan muatan ion

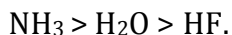
Ligand-ligand yang bermuatan, makin besar muatannya dan makin kecil jari-jarinya, makin setimbang kompleks yang dihasilkan. Kompleks F dengan Fe^{3+} lebih setimbang dari I dengan Fe^{3+} (Cristopher, 2009):



(b) Sifat basa

Semakin besar sifat basa dari ligand, maka semakin setimbang kompleks yang dihasilkan oleh ligand ini dengan logam level a. Basa yang dimadsutkan di sini adalah basa Lewis (Cristopher, 2009).

Jadi kompleks-kompleks : $F^- > Cl^- > Br^- > I^-$



(c) Elemen pembentukan chelate

Ligand-ligand multidentat, bila mana tidak terlalu besar, menghasilkan kompleks lebih setimbang dari ligand monodentat (John C dkk, 2014), dapat dilihat pada Tabel 8.4.

(d) Elemen besarnya lingkaran.

Bila ligan menghasilkan chelate yang tidak berikatan rangkap maka ion yang dihasilkan tidak setimbang. Dalam hal ini ion akan setimbang bila terdiri dari lingkaran lima atom atau lingkaran enam atom yang berikatan rangkap dan menghasilkan kompleks yang paling setimbang (John C dkk,2021).

(e) Elemen Ruang

Elemen ruang mempengaruhi ligan, bila ligan mempunyai cabang yang banyak, maka lebih tidak setimbang jika dibandingkan dengan ligan-ligan yang sederhana (John C dkk, 2021).

Tabel 8.4. Nilai log K_1 untuk poliamine dan log β_n untuk monoamine

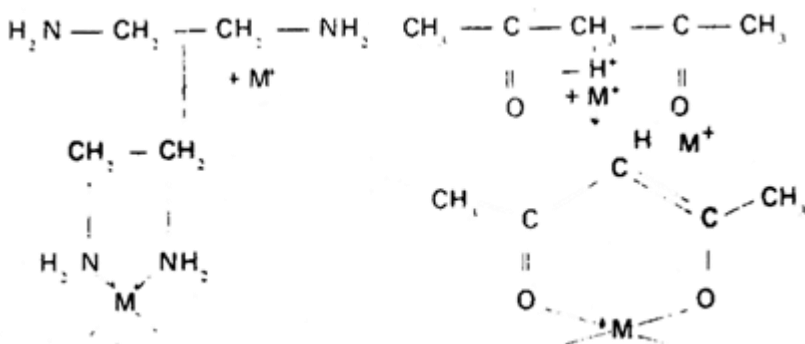
Jumlah atom N diikat	NH ₃ ,	Co ²⁺ poliamine	NH,	Ni ²⁺ poliamine	NH,	Cu ²⁺ poliamine
2	3,5	5,9	4,8	7,6	7,9	10,7
3	4,4	8,5	6,5	10,7	10,9	16,0
4	4,1	11,0	7,8	14,1	13,1	20,5
5	5,1	15,1	8,5	17,6	12,6	24,2
6	4,5	15,7	8,9	19,3	-	22,4

Sumber : David, 2016

Ligand : $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - (\text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2)_n - \text{NH}$

$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 > (\text{CH}_3)_2 = \text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} = (\text{CH}_3)_2$

$\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - (\text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2)_2 > \text{N} (\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2)_3$



Sumber : David, 2016

Pengaruh elemen-elemen di atas pada kestabilan kompleks, mempunyai arti penting bagi kimia koordinasi, Hal ini bisa kita lihat dalam tabel berikut, bahwa oksidasi potensial Fe^{2+} dan Co^{2+} berubah dengan berubahnya ligand (Jasperson dan Hyslop, 2021).

Tabel 8.5. Potensial oksidasi kompleks besi dan kobal

Reaksi	Potensial oksidasi (Volt)
$[Fe(OH_2)]^{2+} \longrightarrow [Fe(OH_2)_6]^{3+} + e$	- 0,77
$[Fe(CN)_6]^{4-} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{3-} + e$	- 0,36
$[FeEDTA]^{2-} \longrightarrow [FeEDTA]^- + e$	+ 0,12
$[Co(OH_2)_6]^{2+} \longrightarrow [Co(OH)_5]^{3+} + e$	- 1,84
$[Co(NH_3)_6]^{2+} \longrightarrow [Co(NH_3)_6]^{3+} + e$	- 0,10

Sumber: K.Burger, 1983

Makin positifnya nilai potensial oksidasi, menunjukkan bahwa kompleks CN, EDTA atau NH_3 dari Fe^{3+} dan Co^{3+} lebih setimbang dari kompleks hidratnya (J.A. Beran, 2010).

8.4 Penentuan tetapan kesetimbangan.

Tetapan kesetimbangan pada kompleks C, dituliskan dengan persamaan:



$$K_c = \frac{[\text{C}]}{[\text{A}][\text{B}]} \quad K = \text{tetapan setimbangan [A]}$$

$[\text{A}^c]$, $[\text{B}]$ dan $[\text{C}]$ = konstansi kesetimbangan.

Nilai K_c dapat ditentukan bila konsentrasi A dan B mula-mula diketahui, serta konsentrasi A, B dan C pada saat kesetimbang. Lain halnya jika kita akan menentukan konsentrasi spesies dalam larutan, maka ada berbagai cara karakterisasi yang dapat dilakukan, misalnya: spektroskopi, elektroanalisa, analisa radiosotop, ekstraksi, ion exchange, dan sebagainya. Ada dua cara yang akan kita bahas dalam tulisan ini yaitu: spektroskopi dan elektrolisa (Steven dan Susan, 2012).

a. Spektroskopi.

Cara ini digunakan untuk menetapkan konsentrasi ion-ion kompleks yang berwarna. Seperti telah dijelaskan, ketajaman warna dari larutan, berbanding lurus dengan konsentrasi ion dalam larutan. Hal ini dinyatakan oleh hukum Lambert-Beer :

$$\text{Log} = \log$$

$$I_t = I_0 = \epsilon \cdot c \cdot l$$

I_0 = intensitas cahaya datang

I_t = intensitas cahaya diteruskan

ϵ = koefisien ekstingsi molar

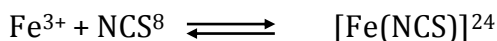
c = konsentrasi

l = panjang jalan

o.d. = optical density.

Besarnya optical density dapat diketahui dengan spectrophotometer. Karena nilai ϵ tetap untuk setiap jenis kompleks, demikian pula (l) tetap untuk setiap tabung, maka dari optical density dapat ditetapkan c pada saat kesetimbangan.

Untuk kesetimbangan Fe^{3+} dengan NCS^- :



(tak berwarna) (merah)

konsentrasi $[\text{Fe}(\text{NCS})]^{2+}$ dapat ditentukan dengan spectrophotometer. Bila konsentrasi awal (Fe^{3+}) dan (NCS^-) diketahui, maka :



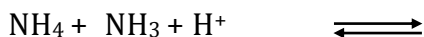
$(\text{Fe}^{3+})_0$ dan $(\text{NCS}^-)_0$ adalah konsentrasi awal.

$$K_c = \frac{(\text{Fe NCS}^{2+})}{(\text{Fe}^{3+})(\text{NCS}^-)}$$

Agar supaya keberadaan ion-ion kompleks lain seperti $[\text{Fe}(\text{NCS})_2]^{+4}$ dapat dicegah, disini harus dipakai Fe^{3+} yang berlebihan hingga yang ada dalam larutan hanya $[\text{Fe}(\text{NCS})]^{2+}$.

b. Elektroanalisa.

Elektrolisa adalah cara yang dapat dipakai, untuk penetapan K dimana kesetimbangan ditentukan dengan kondisi pH. Nilai (H^+) dapat diperoleh dengan mengukur pHnya dengan alat pH meter, misalnya pembentukan kompleks $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. (NH_3) dalam larutan dipengaruhi oleh (H^+) :

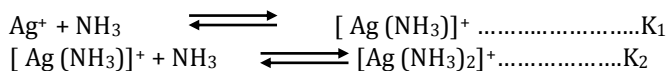


$$K = \frac{(\text{NH}_3)(\text{H}^+)}{(\text{NH}_4^+)} \rightarrow (\text{NH}_3) = K \cdot \frac{(\text{NH}_4^+)}{(\text{H}^+)}$$

Dalam larutan asam $(\text{NH}_4^+) \gg (\text{NH}_3)$ hingga (NH_4^+) dapat dianggap tetap bila (H^+) bertambah.

$$(\text{NH}_3) = \frac{K^1}{(\text{H}^+)}$$

Elektrode gelas yang dipakai untuk mengukur (H^+) secara tidak langsung dapat dipergunakan untuk mengukur (NH_3) dalam larutan. Untuk kesetimbangan di atas :



Reaksi diselidiki pada 30°C dengan membuat larutan-larutan pada konsentrasi NH_3 dan Ag^+ yang rendah. Besarnya (H^+) ditentukan dengan pH meter dan (NH_3) dicari dari rumus :

$$(\text{NH}_3) = K_1 \cdot \frac{(\text{NH}_4^+)}{(\text{H}^+)}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Ram Charita Maurya, dkk. 2021. *Inorganic Chemistry: Same New Facets*. Boston. CPI Books GmbH. Leck.
- David.W.O, 2016. *Introduction to the study of modern chemistry*. USA. Cengage Learning Press
- John. T. More, 2012. *Chemistry II For Dummies*. Canada. John Wiley & Sons Inc.
- K.Burger, 1983. *Solvation Ionic And Complexes Formation In Non Aqueous Solvents*. Elsevier Scientific Publishing
- Brady dan Senese. 2008. *Chemistry Matter Its Changes*. USA. Bind-Rite Graphics Inc.
- Darrell dan Steven, 2015. *General Chemistry*. USA. Cengage Learning Press.
- Cristopher.O. Oriaki, 2009. *Chemistry In Quantitative Language: Fundamental Of General Chemistry Calculations*. New York. Oxford University
- John C, dkk, 2014. *Chemistry & Chemical Reactivity*. USA. Cengage Learning Press.
- Jasperson dan Hyslop, 2021. *Chemistry The Molecular Nature of Matter*. Canada. John Wiley & Sons Inc.
- J.A. Beran, 2010. *Laboratory Manual For Principles Of General Chemistry*. Canada. John Wiley & Sons Inc.
- Steven. S dan Susan A, 2008. *Chemistry*. USA. Cengage Learning Press.

BAB 9

KOLOID

Oleh Mustapa

9.1 Pendahuluan

Ilmu koloid berakar pada penemuan abad ke-19 dan awal abad ke-20 tentang perilaku partikel kecil. Perkembangan awalnya dirangsang oleh kontroversi tentang keberadaan molekul itu sendiri. Minat ilmiah, bersama dengan penerapan teknologi dan biologi, mendorong lahirnya beberapa buku monograf dan buku teks pada tahun 1930-an dan 1940-an. Namun, minat di bidang ini menurun di kalangan akademisi setelah Perang Dunia Kedua, terutama di Amerika Serikat, meskipun aplikasinya di industri terus berlanjut dan meluas. Kebangkitan kembali minat tentang koloid dimulai pada awal 1960-an yang muncul dari peristiwa yang saling memperkuat (Russel, Saville dan Schowalter, 1991).

Dalam kehidupan sehari-hari, reaksi dan perubahan diamati yang bergantung pada struktur materi yang terlibat (bisa berupa padatan, cairan, atau gas). Namun, dalam banyak industri (industri kimia dan teknologi) dan fenomena biologi alami, ditemukan bahwa beberapa proses memerlukan definisi materi yang lebih rinci. Materi ada sebagai fase Gas Cair Padat, seperti yang telah diakui oleh ilmu pengetahuan klasik (seperti yang digambarkan dalam teks berikut) (Birdi, 2010).

9.2 Jenis Koloid

Komponen penyusun sistem koloid terdiri atas dua yaitu zat terdispersi dan media pendispersi. Berdasarkan jenis komponen penyusunnya (Fasa terdispersi dan fasa pendispersinya), maka koloid dapat dibedakan menjadi beberapa macam, seperti yang tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 9.1 Jenis-jenis sistem dispersi koloid

Fasa terdispersi	Media pendispersi	Nama koloid	Contoh koloid
Cair	Gas	Aerosol cair	Kabut
Padat	Gas	Aerosol padat	Asap
Gas	Cair	Busa	Larutan sabun
Cair	Cair	Emulsi	Susu
Padat	Cair	Sol	Tinta
Gas	Padat	Busa padat	Polistiren berkembang
Cair	Padat	Emulsi padat	Mutiara
Padat	Padat	Suspensi padat	Plastik pigmen

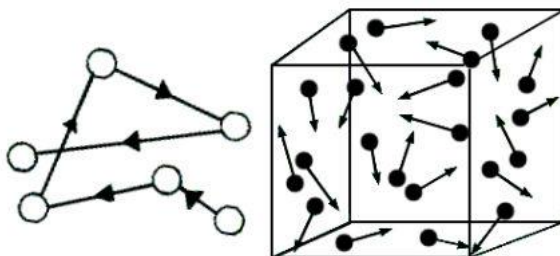
Sumber: (Shaw, 1992)

Sol dan emulsi merupakan jenis dispersi koloid yang paling penting. Istilah sol digunakan untuk membedakan suspensi koloid dari suspensi makroskopik; tentu saja tidak ada garis batas yang tajam di antara keduanya. Ketika media dispersinya berupa larutan berair, biasanya digunakan istilah hidrosol. Jika fasa terdispersinya berupa polimer alami, maka dispersi disebut lateks. Busa agak berbeda karena media dispersinya yang memiliki dimensi koloid (Shaw, 1992).

9.3 Sifat Koloid

Sistem koloid memiliki sifat-sifat khas yang membedakannya dengan sistem dispersi lainnya seperti suspensi dan larutan. Di antara sifat koloid yaitu sifat kinetik dan sifat optik. Salah satu sifat koloid yaitu sifat kinetik sebagai akibat adanya gerakan secara acak disebut gerak Brown yang diambil dari nama ahli botani yang pertama kali mengamati fenomena ini dengan butiran serbuk sari yang tersuspensi dalam air. Gerakan partikel-partikel yang terus berubah arah sebagai akibat dari tumbukan acak dengan molekul suspensi, partikel-partikel lain, dan dengan dinding wadah sistem dispersi. Setiap partikel koloid bergerak mengikuti jalur zig-zag yang rumit dan tidak beraturan. Semakin kecil ukuran partikel-partikel koloidnya, maka semakin jelas pula gerakan Brownnya (Shaw, 1992).

Partikel koloid bergerak secara independen tanpa adanya pengaruh kerapatan atau pun komposisi dari suspensi koloid, meskipun amplitudo gerakan lebih besar untuk partikel yang lebih kecil, dengan cairan yang kurang kental, dan pada suhu yang lebih tinggi. Perpindahan itu signifikan seperti bola berukuran $0,2\ \mu\text{m}$ dalam air berpindah-pindah hingga 10 tempat dari titik awalnya dalam kurun waktu 30 detik. Gouy dan Perrin sama-sama mengaitkan gerakan partikel dengan tumbukan tak henti-hentinya dari molekul fluida yang memberikan energi kinetik sebesar $32kT$, yang terbagi rata di antara tiga derajat kebebasan translasinya (Russel, Saville dan Schowalter, 1991).



Gambar 9.1 Gerak Brown

(Sumber : weebly.com)

Sifat koloid lainnya adalah sifat optik yang dikenal sebagai efek Tyndall yaitu penghamburan cahaya melalui sistem koloid. Ketika seberkas cahaya diarahkan pada suatu dispersi koloid, sebagian cahaya dapat diserap, sebagiannya tersebar (dihamburkan) dan sisanya diteruskan tanpa gangguan melalui sistem dispersi koloid. Sebagian besar bahan dapat menghamburkan cahaya sampai batas tertentu. Kekeruhan yang teramati terkait dengan banyaknya dispersi koloid sebagai akibat dari hamburan cahaya yang intens. Sinar matahari yang terlihat dari samping karena berkas cahaya yang dihamburkan oleh partikel-partikel debu. Larutan dari bahan makromolekul tertentu mungkin tampak jernih, tetapi sebenarnya sedikit keruh karena hamburan cahaya yang lemah. Hanya sistem larutan yang benar-benar homogen saja yang tidak akan menghamburkan cahaya (Shaw, 2003).



Gambar 9.2 Efek Tyndall

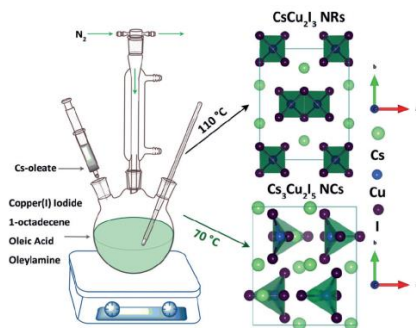
(Sumber : pixabay.com)

9.4 Pembuatan Koloid

Pembuatan sistem dispersi koloid dapat dilakukan dengan jalan menggabungkan atau mengelompokkan partikel-partikel larutan yang berukuran kecil yang dikenal dengan istilah kondensasi. Cara lainnya adalah dengan menghancurkan atau menghaluskan bahan material yang berukuran besar menjadi partikel zat yang lebih kecil seukuran partikel koloid, hal ini dikenal dengan cara dispersi. Beberapa contoh pembuatan koloid disajikan pada uraian berikut:

9.4.1 Pembuatan nanokristal cesium tembaga halida

Koloid NCs disintesis dengan pendekatan injeksi-panas dengan mereaksikan prekursor Cs oleat dengan Cu(I) halida dalam oktadekana dan ditemukan bahwa produk akhir yang dihasilkan sensitif terhadap suhu reaksi. Pada suhu reaksi yang tinggi (sekitar 110°C), produk akhir yang diperoleh sebagai CsCu_2I_3 ortorombik murni. Sebaliknya, $\text{Cs}_3\text{Cu}_2\text{I}_5$ NCs merupakan produk akhir saat sintesis dilakukan pada suhu rendah (sekitar 70°C), sebagaimana dikonfirmasi oleh hasil analisis XRD (Cheng *et al.*, 2019).



Gambar 9.3 Skema Pembuatan Koloid CsCu_2I_3 NRs

(Sumber : (Cheng *et al.*, 2019)

9.4.2 Sintesis nanopartikel perak dengan berbagai metode

Sintesis nanopartikel dari beberapa logam mulia seperti paladium, timah, tembaga, perak dan emas telah mendapat perhatian lebih karena sifatnya yang unik serta aplikasinya dalam berbagai bidang. Selain itu, partikel nano perak memainkan peranan penting dalam industri farmasi karena berfungsi sebagai antibakteri dengan efek toksik yang lebih sedikit. Dalam aplikasinya di industri, partikel perak yang memiliki dispersi teratur sangat membantu dalam pembuatan rangkaian elektronik yang berbeda. Berbagai metode sintesis untuk pembuatan nanopartikel perak telah dilaporkan, yaitu diantaranya metode fisika, metode kimia, dan fotokimia. Namun, sebagian besar teknik yang telah ada harganya mahal dan tidak ramah lingkungan sehingga berbahaya bagi lingkungan (Yaqoob, Umar dan Ibrahim, 2020).

Tabel 9.2 Berbagai pendekatan metode sintesis nanopartikel

Pendekatan sintesis	Metode	Sifat	Persyaratan
Pendekatan fotokimia	Reduksi cahaya	Diameter absolut, ukuran konstan, rasio distribusi rata-rata yang diperoleh, instrumen yang sangat maju	Lingkungan eksperimen dan peralatan yang mahal serta durasi yang lama
Pendekatan biologi	Metode mediasi jamur dan bakteri, metode mediasi alga	Biaya rendah, lingkungan stabil	Agen pereduksi. Bakteri non-patogen, jamur, alga
Pendekatan fisika	Metode penggilingan bola, metode ablasi laser	Menghasilkan jumlah yang besar dalam satu kali proses, dihasilkan sistem koloid yang murni	Instrumen canggih dan mahal, tekanan atmosfer yang besar
Pendekatan kimia	Metode reduksi kimia, metode elektrokimia	Beroperasi dengan biaya rendah dan efisien, diperoleh partikel bentuk bola	Pengontrol ukuran partikel (<i>capping agent</i>), prekursor pereduksi logam

Sumber: (Yaqoob, Umar dan Ibrahim, 2020)

9.5 Koloid dalam Kehidupan

Kita sering memakai bahan kimia dalam bentuk koloid di kehidupan kita sehari-hari. Material koloid tersebut merupakan produk-produk yang dihasilkan oleh industri. Bentuk koloid digunakan dalam penyajian bahan-bahan kebutuhan sehari-hari karena dalam sistem koloid dapat menyatukan zat-zat yang tidak bisa saling melarutkan secara sempurna dan memiliki keadaan yang stabil pada tingkat

makro serta dapat bertahan dalam beberapa waktu dalam keadaan tidak rusak.

9.5.1 Koloid dalam farmasi

Sistem dispersi koloid, seperti emulsi, aerosol dan liposom, memiliki beberapa keunggulan sebagai sistem penghantaran obat. Misalnya, emulsi menawarkan peluang untuk melarutkan bahan aktif yang bersifat hidrofobik dalam jumlah yang relatif besar, dengan keuntungan terkait dengan kelarutan obat yang efektif, laju pelepasan obat dan stabilitas kimia, penutup rasa, dll. Selain itu, jumlah surfaktan yang dibutuhkan umumnya cukup rendah, dan surfaktan yang relatif tidak beracun, seperti fosfolipid dan lipid polar lainnya (Holmberg, Shah dan Schwuger, 2002).

9.5.2 Koloid dalam makanan

Hampir semua bahan makanan dan pakan bersifat heterogen, dengan ukuran struktur berkisar dari 1 nm hingga 1 μm , atau lebih besar. Aspek koloid sangat mempengaruhi sifat dari bahan-bahan tersebut, sementara aspek tersebut juga terlibat ketika ingin memahami dan menggambarkan sifat dari berbagai bahan makanan. Bahan makanan dapat berupa dispersi berair, misalnya saus tomat dan moster, atau dispersi minyak, seperti cokelat leleh. Interaksi antar partikel sangat dipengaruhi oleh sifat fasanya, yang akan membuat sistem minyak sangat berbeda dengan sistem berair. Selain itu, sifat larutan, struktur dan kimia dari fasa terdispersi sangat mempengaruhi sifat sistem koloid ini (Holmberg, Shah dan Schwuger, 2002).

9.5.3 Koloid dalam detergen

Mencuci dan membersihkan adalah proses di mana banyak efek antarmuka terlibat. Oleh karena itu, gambaran mendasar tentang detergensi sangat kompleks. Proses antarmuka berkisar dari pembasahan kain atau permukaan keras dan pelarutan noda dari kain, hingga penghilangan ion dari cairan pencuci atau interaksi pelembut dengan kain dalam siklus pembilasan. Berbagai macam proses antarmuka yang terlibat dalam proses pencucian. Selain itu, komponen yang terlibat dalam proses pencucian bisa sangat berbeda, termasuk jenis kain yang akan dibersihkan, noda cair atau padat dengan struktur berbeda, dan bahan detergen (Holmberg, Shah dan Schwuger, 2002).

Pengelompokan berbagai proses utama dalam pencucian atau pembersihan ditunjukkan sebagai berikut:

- formulasi dari detergen dan pembersih
- pembasahan media yang akan dibersihkan atau dicuci
- pelarutan bahan detergen
- kompleksasi atau penghilangan dengan pertukaran ion dari ion-ion cairan pencuci
- interaksi antara detergen atau pembersih dengan noda
- menghilangkan noda dari kain
- stabilisasi dari tanah dalam cairan pencuci
- modifikasi substrat (misalnya dengan pelembut dalam siklus pembilasan) (Holmberg, Shah dan Schwuger, 2002).

DAFTAR PUSTAKA

- Birdi, K. S. 2010. *Surface and Colloid Chemistry: Principles and Applications*. England: Taylor and Francis Group.
- Cheng, P. *et al.* 2019. Colloidal Synthesis and Optical Properties of All-Inorganic Low-Dimensional Cesium Copper Halide Nanocrystals. *Angewandte Chemie*, 131(45), 1–6. <https://doi.org/10.1002/ange.201909129>.
- Holmberg, K., Shah, D.O. dan Schwuger, M.J. 2002. *Handbook of Applied Surface and Colloid Chemistry*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Russel, W.B., Saville, D.A. dan Schowalter, W.R. 1991. *Colloidal Dispersions*. England: Cambridge University Press.
- Shaw, D.J. 1992. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*. England: Elsevier Science Ltd.
- Yaqoob, A.A., Umar, K. dan Ibrahim, M.N.M. 2020. Silver Nanoparticles: Various Methods of Synthesis, Size Affecting Factors and Their Potential Applications. *Applied Nanoscience*, 10(5), 1369–1378. <https://doi.org/10.1007/s13204-020-01318-w>.

BIODATA PENULIS**Rahmi Mudia Alti, S.Pd., M.Si.**

Dosen Tetap di Universitas Nurtanio Bandung

Penulis lahir di Padang Mentinggi, 27 Maret 1992 dan sekarang menetap di Kota Cimahi, Jawa Barat bersama suami dan dua orang putrinya. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD 59 Padang mentinggi, kemudian meneruskan Pendidikan di MTsN Padang Panjang dan SMAN 1 Padang Panjang. Pendidikan strata satu di Universitas Negeri Padang (UNP), prodi pendidikan kimia diselesaikan pada tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan magister dengan beasiswa LPDP dan lulus pada tahun 2016 di Institut Teknologi Bandung (ITB), jurusan kimia, konsentrasi kimia anorganik. Penulis menyenangi penelitian kimia murni (sintesis senyawa kompleks dan berbagai aplikasinya) dan penelitian di bidang pendidikan kimia/MIPA dan umum. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap di Universitas Nurtanio, Bandung. Penulis telah menulis beberapa buku berISBN yaitu: Media pembelajaran, Model-model Pembelajaran, Biokimia kebidanan, dan *Worksheet* unsur, senyawa, dan tabel periodik. Beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh penulis yang bersumber dari hibah kemendikbudristek dan hibah internal perguruan tinggi adalah *Development of Guided Inquiry-Based Worksheet as Teaching Materials on Elements, Compounds, and Periodic Table*, Desain Sistem Charger untuk Baterai berkapasitas 650 mAh Menggunakan Sel Surya, Pengenalan Sistem Deteksi Objek untuk Anak Usia Dini Menggunakan Pemrograman Python, Analisis Hubungan Antara Literasi Keuangan Dengan Kemampuan Matematis, Sintesis dan Karakterisasi Kompleks Nikel (II) dengan Ligan 4.7-Diazadecanediamide Variasi Anion NO_2^- , SCN^- , dan OH^- .

BIODATA PENULIS



Dr. Rahmawati, S. Si, M. Kes.

Dosen Tetap Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis (TLM)
Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar

Penulis lahir di Desa Kasiwang Kecamatan Suli Kabupaten Luwu pada tanggal 12 April 1980, merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Abd. Muis dan Rapidah Hasan. Penulis adalah dosen tetap yayasan pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar. Menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 20 Cimpu Kecamatan Suli Kabupaten Luwu pada tahun 1992. Pada tahun 1995 telah menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama pada SMP Negeri 2 Kabupaten Takalar. Kemudian pada tahun 1998 menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas pada Sekolah Menengah Farmasi (SMF) Depkes Ujungpandang, Makassar.

Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin pada tahun 2003. Pada tahun 2004 melanjutkan S2 pada Jurusan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Hasanuddin dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2006. Kemudian pada tahun 2013 melanjutkan S3 pada jurusan Ilmu Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin dan berhasil meraih gelar Doktor pada tahun 2018. Penulis menekuni bidang ilmu kimia analitik dan biokimia serta toksikologi klinik.

BIODATA PENULIS**Fathan Mubina Dewadi**

Dosen Universitas Buana Perjuangan Karawang

Fathan Mubina Dewadi merupakan pria yang berusia 30 tahun sudah tertarik dengan bidang Pendidikan tinggi sejak tahun 2015. Sejak lulus jurusan Teknik mesin program pascasarjana Universitas Pancasila. Kini penulis sedang bekerja sebagai dosen tetap program studi Teknik mesin di Universitas Buana Perjuangan Karawang. Kini kesibukan penulis ialah lebih menghabiskan waktu untuk mengajar dan menulis. Karya-karya yang telah dibuat dimuat di media *online*, jurnal nasional, jurnal internasional dan jurnal nasional bereputasi. Sudah lebih dari 15 karya yang telah dibuat dan sedang proses untuk pembuatan buku dan bab buku. Penulis juga aktif dalam kegiatan prosiding, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Jurnal yang telah ditulis bekerjasama dengan para pakar di luar negara dan dalam negeri. Anak pertama dari 3 bersaudara ini sering melakukan penelitian kecil dan melakukan eksperimen di ruangan pribadi.

BIODATA PENULIS



Dr. Waode Rustiah, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar

Penulis lahir di Pangkep pada tanggal 30 Januari 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 tahun 2002 pada Jurusan Kimia di Universitas Hasanuddin, dan melanjutkan S2 pada tahun 2005 di Institut Teknologi Bandung (ITB) pada bidang konsentrasi Kimia Analitik. Pada tahun 2019 telah menyelesaikan pendidikan S3 pada Program Doktor Ilmu Kimia di Universitas Hasanuddin.

BIODATA PENULIS



Dr. T. Ir. Nunuk Helilusiatiningsih, MP.

Dosen Fakultas Pertanian, UNISKA, Kediri

Penulis lahir di Mojokerto 4 Agustus 1966. Penulis merupakan seorang Dosen Fakultas Pertanian, UNISKA, Kediri. Penulis telah menerbitkan beberapa jurnal dan buku ilmiah.

BIODATA PENULIS



Anisa Aurum Ningtyas, S.Pd., M.Sc.

Dosen Program Studi Teknologi Informasi

Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Insan Pembangunan Indonesia

Penulis lahir di Sleman tanggal 15 Desember 1992. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Pendidikan Kimia di Universitas Negeri Yogyakarta dan S2 pada Jurusan Ilmu Kimia di Universitas Gadjah Mada. Memulai karirnya mengajar di SMA N 1 Klapanunggal, Bogor sebagai guru kimia dan mulai tahun 2021 mengajar sebagai dosen tetap pada Program Studi Teknologi Informasi Universitas Insan Pembangunan Indonesia, Tangerang hingga sekarang.

BIODATA PENULIS



Agnes Rantesalu, S.Si., M.Si

Dosen Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Kupang

Penulis lahir di Sorong pada tahun 1988. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 2011 dan pada tahun 2012 melanjutkan S2 pada Program Pasca Sarjana Magister Kimia Universitas Hasanuddin . Penulis lulus S2 pada tahun 2015 dan mulai bekerja di STIKes Mega Rezky Makassar (sekarang Universitas Megarezky Makassar) pada tahun yang sama. Penulis menekuni bidang Kimia. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Kupang sejak 2018 sampai sekarang.

BIODATA PENULIS



Dr. Andi Budirohmi, ST., MT
Dosen Prodi S1 Keperawatan

Penulis lahirdi Sengkang, 6 February 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program S1 Keperawatan, STIKes Gema Insan Akademik Makassar. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan teknik kimia, melanjutkan S2 pada jurusan teknik kimia dan melanjutkan S3 pada jurusan ilmu kimia. Penulis menekuni bidang menulis. Jurnal dengan judul Isolation and characterization of starch from the hump of kepok banana (*Musa balbisiana*. L) as a precursor of biodegradable polyurethane synthesis, 2019.

BIODATA PENULIS



Mustapa, S.Si., M.Si.

Dosen Program Studi Kimia

Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian
Universitas Negeri Manado

Penulis lahir di Bontorea, Jeneponto, Sulawesi Selatan tanggal 15 Maret 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian, Universitas Negeri Manado. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung. Penulis menekuni bidang menulis buku-buku maupun artikel ilmiah, khususnya yang berkaitan dengan ilmu kimia.