

BUKU PENUNTUN PRAKTIKUM

KIMIA ANORGANIK II

Nelius Harefa, S.Si., M.Pd



UKI PRESS

BUKU PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA ANORGANIK II

Nelius Harefa, S.Si., M.Pd

BUKU PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA ANORGANIK II
Edisi Pertama

Copyright © 2019

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

ISBN 978-979-8148-86-6

15,5 X 23 cm

viii, 50 hlm

Cetakan ke-1, April 2019

Nelius Harefa, S.Si., M.Pd

Desain Cover

Gracia Angel Djara Kana

Penata Letak

Romelia Hosianna Hutagalung

Penerbit

UKI Press

Jl. Mayjen Sutoyo No. 2 Cawang, Jakarta 13630

Telp. (021) 8092425

e-mail: ukipress@uki.ac.id

KATA PENGANTAR

Praktikum merupakan paket yang tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran kimia. Materi kimia yang cenderung aplikatif dan bisa diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari mendorong siswa/mahasiswa untuk berkreasi atau sekedar ingin tahu serta mempraktekkan apa yang mereka pelajari secara teoritis. Salah satu cara paling efektif untuk menampung keinginan tersebut adalah dengan melakukan kegiatan praktikum (atau sering juga disebut praktek). Secara umum, kegiatan praktikum dilakukan di laboratorium walaupun praktikum tersebut tidak selamanya harus di laboratorium.

Zaman dahulu, praktikum dianggap sebagai kegiatan untuk mempraktekkan (kognitif) apa yang telah dipelajari sesuai teori. Namun di era modern sekarang ini, praktikum telah mengalami perubahan fungsi yang signifikan. Kegiatan praktikum di laboratorium bahkan memiliki peranan yang sangat penting secara khusus di dunia pendidikan. Sekarang ini, praktikum bahkan sudah dijadikan sebagai media untuk mengukur tingkat kreativitas mahasiswa, motivasi mahasiswa, sikap ilmiah mahasiswa, dan sebagainya (sikap afektif dan psikomotorik). Dengan peranan tersebut, maka banyak yang beranggapan bahwa laboratorium merupakan objek vital dari sebuah institut pendidikan secara khusus institut yang memiliki mata pelajaran atau mata kuliah kimia.

Buku penuntun praktikum ini dibuat dengan maksud supaya praktikum di laboratorium dapat berjalan dengan lancar, sesuai

harapan, dan dapat bermanfaat bagi yang menggunakan secara khusus laboratorium kimia, Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta. Buku ini tidak bermaksud untuk membatasi mahasiswa berkreasi melalui kegiatan praktikum tetapi untuk memberikan standar kegiatan praktikum Kimia Anorganik II agar lebih tertata dengan baik dan sistematis. Dengan adanya penuntun ini, diharapkan praktikan dapat berkreasi dengan mengkreasikan bahan-bahan yang digunakan atau kreasi yang lain yang sejenis, sesuai teori, dan tidak membahayakan bagi diri sendiri, sarana dan prasarana, serta masyarakat umum lainnya.

Penuntun ini dilengkapi dengan pendahuluan yang memuat teori-teori umum tentang percobaan yang akan dilakukan. Teori-teori tersebut memberikan gambaran umum tentang materi percobaan, hasil percobaan, serta reaksi-reaksi yang terjadi berdasarkan teoritis. Dilengkapi juga dengan tujuan percobaan, yang berfungsi untuk memberikan gambaran umum tentang apa yang akan didapatkan dengan percobaan tersebut. Selain itu, dilengkapi dengan daftar alat dan bahan yang akan digunakan pada praktikum, daftar alat dan bahan tersebut bertujuan untuk mempermudah praktikan dalam melakukan kegiatan praktikum sehingga lebih efisien dan sistematis. Penuntun praktikum ini juga dilengkapi prosedur percobaan, prosedur tersebut dapat dikreasikan namun harus sesuai teori, tidak melanggar norma-norma, tidak melanggar hukum, berpatokan pada proses berpikir ilmiah, dan tidak membahayakan praktikan itu sendiri. Pada akhir bab percobaan, dimuat tugas untuk dikerjakan oleh praktikan dilaporan

praktikum maupun dilaporan-laporan lainnya. Tugas-tugas tersebut, dapat ditambah dan/atau dikurangi sesuai kebutuhan.

Pada akhirnya, semoga buku ini bermanfaat dan memberikan kontribusi positif bagi kelancaran praktikum kimia secara umum dan praktikum Kimia Anorganik II secara khusus.

Kepada semua pihak khususnya pada penerbit yang telah membantu menerbitkan buku Penuntun Praktikum Kimia Anorganik II ini, penulis ucapkan terimakasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya.

Jakarta, April 2019

Penulis,

Nelius Harefa, S.Si., M.Pd

DAFTAR ISI

Kata Pengantar		<i>iii</i>
Daftar Isi		<i>v</i>
Daftar Gambar		<i>vii</i>
Percobaan I	Kekuatan Medan Ligan	1
1.1.	Pendahuluan	1
1.2.	Tujuan Percobaan	5
1.3.	Alat dan Bahan	5
1.4.	Prosedur Percobaan	5
Percobaan II	Penetapan Rumus Molekul Senyawa Kompleks	7
2.1.	Pendahuluan	7
2.2.	Tujuan Percobaan	11
2.3.	Alat dan Bahan	11
2.4.	Prosedur Percobaan	11
Percobaan III	Pembuatan Kalium Merkuri Iodida	13
3.1.	Pendahuluan	13
3.2.	Tujuan Percobaan	15
3.3.	Alat dan Bahan	15
3.4.	Prosedur Percobaan	15
Percobaan IV	Pembuatan Kalium Trioksalato Aluminat	17
4.1.	Pendahuluan	17
4.2.	Tujuan Percobaan	19
4.3.	Alat dan Bahan	19
4.4.	Prosedur Percobaan	19
Percobaan V	Pembuatan Garam Kompleks Tetra Amin Tembaga (II) Sulfat Monohidrat dan Garam Rangkap Amonium Tembaga (II) Sulfat Heksahidrat	21
5.1.	Pendahuluan	21
5.2.	Tujuan Percobaan	23
5.3.	Alat dan Bahan	23

	5.4.	Prosedur Percobaan	24
Percobaan	VI	Mengendapkan, Melarutkan, dan Meneliti Garam	25
	6.1.	Pendahuluan	25
	6.2.	Tujuan Percobaan	27
	6.3.	Alat dan Bahan	27
	6.4.	Prosedur Percobaan	28
Percobaan	VII	Pembuatan Soda Kaustik Preparatif	29
	7.1.	Pendahuluan	29
	7.2.	Tujuan Percobaan	32
	7.3.	Alat dan Bahan	33
	7.4.	Prosedur Percobaan	33
Percobaan	VIII	Meneliti Kesadahan Air	35
	8.1.	Pendahuluan	35
	8.2.	Tujuan Percobaan	37
	8.3.	Alat dan Bahan	37
	8.4.	Prosedur Percobaan	38
Percobaan	IX	Pembuatan Tawas dari Kaleng Aluminium Bekas	39
	9.1.	Pendahuluan	39
	9.2.	Tujuan Percobaan	42
	9.3.	Alat dan Bahan	42
	9.4.	Prosedur Percobaan	42
Percobaan	X	Pembuatan Zeolit	45
	10.1.	Pendahuluan	45
	10.2.	Tujuan Percobaan	48
	10.3.	Alat dan Bahan	48
	10.4.	Prosedur Percobaan	49

DAFTAR GAMBAR

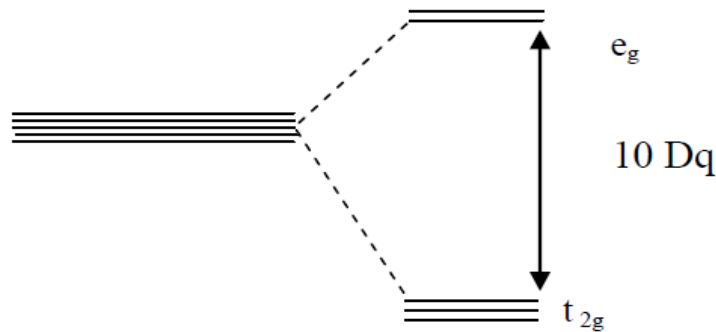
Gambar 1.	Pembelahan Orbital d Akibat Pengaruh Medan Ligan pada Kompleks Oktahedral	1
Gambar 2.	Eksitasi Elektron dalam Kompleks	2
Gambar 3.	Struktur Ligan EDTA	3
Gambar 4.	Diafragma Sel	31
Gambar 5.	Sel Merkuri	32
Gambar 6.	Struktur Kimia Zeolit	45

PERCOBAAN I

KEKUATAN MEDAN LIGAN

1.1. Pendahuluan

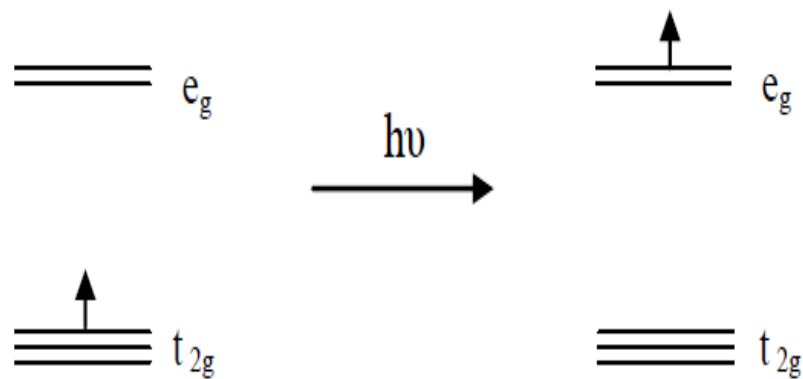
Teori medan Kristal tentang kompleks mengusulkan bahwa interaksi yang terjadi antara ion logam (ion pusat) dengan ligan dalam pembentukan kompleks merupakan interaksi elektrostatik (ionik). Misalkan ada enam ligan yang berasal dari arah titik oktahedral berinteraksi dengan ion pusat maka lima orbital d ion pusat akan mengalami interaksi yang berbeda. Tentu saja orbital yang berhadapan langsung dengan ligan akan terpengaruh medan ligan yang lebih besar daripada orbital lain. Akibatnya orbital pertama akan meningkat tingkat energinya atau dengan kata lain lima orbital d akan terbelah menjadi dua tingkat energi. Dua orbital dengan tingkat energi lebih tinggi dikenal dengan orbital e_g dan tiga orbital lainnya disebut t_{2g} .



Gambar 1. Pembelahan orbital d akibat pengaruh medan ligan pada kompleks oktahedral

Perbedaan tingkat energi itu dapat besar atau kecil bergantung beberapa faktor, namun semua itu didefinisikan sebagai $10Dq$. Adanya perbedaan tingkat ini dapat dipahami bahwa teori medan Kristal dapat menerangkan perbedaan warna kompleks.

Berikut ini diterangkan bagaimana teori medan Kristal menerangkan kompleks $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Satu elektron dalam orbital d ion Ti^{3+} akan menempati tingkat energi yang lebih rendah (t_{2g}). Apabila kompleks menerima sejumlah energi (energi cahaya) yang energinya sama dengan $10Dq$ maka energi tersebut akan diserap untuk mengeksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi (e_g).



Gambar 2. Eksitasi elektron dalam kompleks $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3-}$

Karena menyerap energi sebesar $h\nu$, maka energi yang diserap adalah:

$$E = h\nu$$

Hampir semua kompleks, harga $10Dq$ nya sama dengan energi yang frekuensinya terletak pada spektra daerah tampak. Karena ada kaitan antara warna dengan frekuensi maka warna suatu kompleks tergantung pada frekuensi yang diserap. Warna kompleks adalah komplemen warna cahaya yang diserap. Kompleks $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3-}$ sebagai contoh, memiliki warna violet, berarti kompleks itu menyerap warna komplementernya, yaitu hijau kekuningan. Secara umum kombinasi warna cahaya dan komplementernya adalah warna biru kuning, merah hijau kebiruan, dan hijau ungu.

Pengamatan terhadap serapan kompleks dapat digunakan sebagai alat untuk menentukan harga $10Dq$. Gambar 2 menunjukkan bahwa serapan maksimum terletak pada frekuensi 20.300 cm^{-1} . Besar energi $10Dq$ nya adalah:

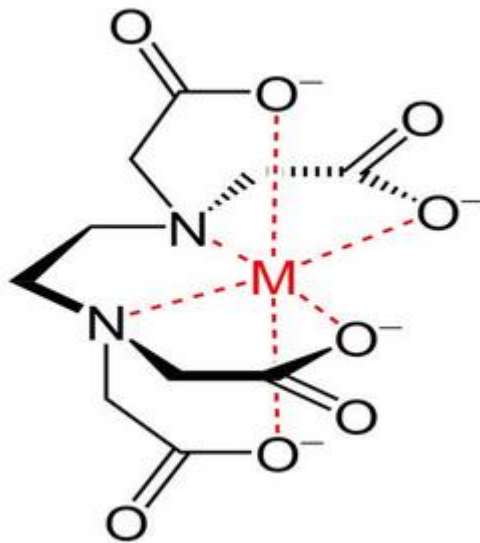
$$20.300 \text{ cm}^{-1} \times \frac{1 \text{ kkal/mol}}{349,75 \text{ cm}^{-1}} = 58,04 \text{ kkal/mol}$$

Selain itu besarnya juga dipengaruhi oleh jenis logam dan bilangan oksidasinya. Meskipun dapat dibuat suatu ketentuan umum mengenai urutan kekuatan ligan tetapi sering ditemui pengecualian. Sebagai contoh, ion Cl^- dengan logam kobalt (III) nampak menghasilkan *splitting* medan Kristal lebih besar daripada ion F. Walaupun demikian dengan menggunakan deret itu, sifat-sifat kimia beberapa kompleks dapat diramalkan.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat dijabarkan dengan cara memisahkan ligan ionik seperti F^- , Cl^- atau CN^- dapat diwakili oleh titik muatan negatif. Namun, ligan yang netral bersifat dipolar, dan ligan-ligan tersebut memiliki kecenderungan untuk mendekati ion logam dengan kutub negatifnya. Dalam medan ion logam positif, ligan seperti ini terpolarisasi lebih lanjut. Jadi, dalam kompleks seperti heksamin, ion logam dikelilingi oleh enam dipol yang paling dekat dengan ujung negatifnya. Tatanan ini dapat berefek yang sama pada orbital

d sebagai tatanan enam anion, dengan demikian hasil yang diperoleh seperti pada penjelasan sebelumnya berlaku juga bagi kompleks yang mengandung ligan netral atau dipolar.

Ligan memiliki peranan yang sangat penting terhadap serapan kompleks tersebut. Ligan merupakan molekul sederhana yang dalam senyawa kompleks bertindak sebagai donor pasangan elektron (basa Lewis). ligan akan memberikan pasangannya kepada atom pusat yang menyediakan orbital kosong. interaksi antara ligan dan atom pusat menghasilkan ikatan koordinasi.



Gambar 3. Struktur Ligan EDTA

Dalam biokimia dan farmakologi, Ligan (dari bahasa latin *ligandum*, *mengikat*) adalah zat (biasanya molekul kecil), yang membentuk kompleks kimia dengan biomolekul untuk melayani tujuan biologis. Dalam arti yang lebih sempit, ligan adalah molekul pemicu sinyal yang terikat ke sebuah daerah ikatan pada protein target. Ikatan ini terjadi oleh gaya antarmolekul, seperti ikatan ion, ikatan hidrogen dan gaya Van der Waals.

Jenis-jenis ligan antara lain: monodentat, bidentat dan polidentat. Penggolongan ini didasarkan pada jumlah ligan yang terkoordinasi ke atom logam (atom pusat).

Ligan monodentat. Ligan ini merupakan ligan yang terkoordinasi melalui satu atom saja. Beberapa ligan monodentat yang umum antara lain: F^- , Cl^- , CN^- , NH_3 , H_2O , CH_3OH , dan OH^- . Ligan-ligan tersebut hanya memiliki satu muatan negatif (anion), yang artinya akan berikatan dengan satu unsur yang bermuatan positif (kation). Unsur bermuatan positif tersebut adalah logam yang akan bertindak sebagai atom pusat.

Ligan bidentat. Ligan ini merupakan ligan yang terkoordinasi melalui dua atom. Beberapa ligan bidentat yang umum antara lain: etilendiamin (disingkat *en*) dan ion oksalat (disingkat *ox*).

Ligan polidentat. Ligan polidentat mempunyai lebih dari dua atom donor yang digunakan untuk mengikat logam atau ion pusat. Molekul polidentat mengikat ion logam membentuk suatu cincin yang dinamakan proses khelasi. Kompleks yang dihasilkan melalui proses ini disebut khelat. Contoh ligan yang mampu membuat khelasi adalah EDTA.

Ligan memiliki afinitas yang besar terhadap ion logam, sehingga dapat menurunkan kadar ion logam yang toksik dalam jaringan dengan membentuk kelat yang mudah larut dan kemudian diekskresikan melalui ginjal. Beberapa jenis ligan yang ada dalam sistem biologis antara lain:

Protein asam amino. Ligan ini sangat penting dalam pembentukan DNA pada manusia. beberapa contoh yang umum seperti gilisin, sistein, histidin, histamine, dan asam glutamate.

Vitamin. Senyawa yang sangat penting bagi tubuh manusia ini, sebagian besar merupakan ligan. Beberapa contoh umum dari ligan tersebut seperti riboflavin, asam folat, dan sebagainya.

Basa purin. Senyawa yang sangat diperlukan dibidang kedokteran ini juga merupakan bagian dari ligan. Beberapa contoh umum dari ligan tersebut seperti hipoxanthin, guanosin, dan sebagainya.

Asam trikarboksilat. Senyawa ini merupakan ligan yang sangat diperlukan tubuh manusia untuk memenuhi kadar asam dalam sistem jaringan tubuh manusia beberapa contoh umum dari ligan tersebut seperti asam laktat dan asam sitrat.

Ligan-ligan dalam sistem biologis ini, akan sangat terpengaruh oleh konsentrasi pada penggunaan serta fungsinya bagi kehidupan.

Bentuk lain dari teori medan ligan adalah teori medan Kristal elektrostatik yang merupakan model paling sederhana yang dapat menerangkan fakta bahwa orbital d terpecah ke dalam suatu subset pada lingkungan ligan. Secara fisik, model ini merupakan model yang tidak realistik, dan tidak lengkap jika dikatakan sebagai model dari ikatan logam ligan, karena hanya membicarakan tentang orbital d. Dalam hal ini, dimungkinkan untuk mengelola struktur elektron suatu kompleks dari sudut pandang orbital molekul yang dapat bersifat umum, lebih lengkap, dan dapat dicermati lebih jauh.

Teori medan Kristal, merupakan cara penentuan melalui tinjauan elektrostatik yang sederhana, bagaimana energi dari orbital-orbital ion logamakan dipengaruhi oleh set logam atau ligan sekelilingnya. Teori ini dapat bekerja maksimal apabila tingkat simetris dari analit sangat tinggi. Teori medan Kristal merupakan suatu model, dan bukan merupakan pemerian realistik dari gaya-gaya yang bekerja dengan sebenarnya.

1.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan supaya praktikan memahami:

1. Perbedaan kekuatan medan antar ligan ammonia dan air.
2. Esensi kekuatan ligan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Kontribusi ligan dalam suatu senyawa kompleks.

1.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang diperlukan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Labu ukur 10 mL
Pipet gondok 2 mL
Pipet gondok 10 mL
Beaker glass 100 mL
Beaker glass 250 mL
Spectrofotometer spectronic 20

Bahan-bahan Praktikum

- Larutan ammonia 1 M (larutkan 18,7 mL larutan NH_3 25%, massa jenis 0,91 kg/L dalam air sedemikian sehingga volume menjadi 250 mL)
- Larutan ion Cu^{2+} (larutkan 6,242 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam air sedemikian sehingga volume menjadi 250 mL)

1.4. Prosedur Percobaan

1. Siapkan 3 buah labu ukur 10 mL untuk membuat larutan ion Cu^{2+} 0,02 M dalam pelarut air; 50 : 50 campuran air dan larutan ammonia 1 M dan 75 : 25 campuran air dan ammonia.
2. Larutan ion Cu^{2+} 0,02 M dalam larutan air dibuat dengan memindahkan 2,0 mL larutan Cu^{2+} 0,1 M ke dalam labu ukur 10 mL dan encerkan dengan aquades hingga tanda batas.
3. Larutan ion Cu^{2+} 0,02 M dalam 50 : 50 campuran air dan ammonia dibuat dengan memindahkan 2,0 mL larutan Cu^{2+} 0,1 M ke dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan 5,0 mL larutan ammonia, kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.
4. Larutan ion Cu^{2+} 0,02 M dalam 75 : 25 campuran air dan ammonia dibuat dengan memindahkan 2,0 mL larutan Cu^{2+} 0,1 M ke dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan 2,5 mL larutan ammonia, kemudian ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.
5. Amati serapan ketiga larutan tersebut menggunakan spectrophotometer spectronic 20 dengan aquades sebagai blangkonya pada panjang gelombang antara 510 – 700 nm dengan interval 10 nm.

6. Perbedaan kekuatan ligan antara air dan ammonia dapat diketahui dengan membandingkan panjang gelombang maksimumnya.

TUGAS

1. Tuliskan dan jelaskan apa yang saudara ketahui tentang ligan!
2. Jelaskan pendapat saudara, apakah ligan sama dengan ion negatif atau ion positif!
3. Jelaskan manfaat ligan dalam kehidupan sehari-hari maupun industri!
4. Jelaskan pendapat saudara disertai contoh, apakah senyawa kompleks selalu membutuhkan ligan atau tidak!

PERCOBAAN II

PENETAPAN RUMUS MOLEKUL SENYAWA KOMPLEKS

2.1. Pendahuluan

Reaksi antara dua molekul stabil atau lebih dapat menghasilkan produk yang lebih dengan sifat karakteristik yang mirip. Sebagai contoh, kompleks amina akan terbentuk jika amina direaksikan dengan kobalt (II) klorida. Dalam beberapa hal, kompleks tidak akan memberikan reaksi dalam larutan karakteristik ion logam atau ligan tidak kompleks. Tetapi stabilitas termodinamika dan kinetika bervariasi sehingga hal ini tidak termasuk pembentukan senyawa koordinasi.

Hakikat struktur senyawa koordinasi adalah transfer elektron yang terjadi antara ligan dan molekul atau ion logam. Sederhananya, ikatan koordinasi oleh transfer pasangan elektron ligan atau molekul ke ion logam. Beberapa kompleks dikenal dimana ikatan sigma ikatan n keduanya dapat terjadi. Kompleks yang terbentuk ion oksalat memungkinkan ikatan n dari orbital $2p$ pada oksigen mengontribusi seluruh ikatan. Pada ligan yang lain seperti karbon monoksida dan nitroksida, kontribusi dari orbital ikatan n berperan dalam seluruh ikatan. Gugus CO bereaksi dengan suatu logam yang mempunyai orbital kosong dan dua orbital d_n terisi untuk memberikan ikatan resultan dengan ikatan n antar logam karbon. Sedangkan untuk NO memerlukan suatu logam yang mempunyai orbital kosong dan dua orbital d_n yang hanya mengandung tiga elektron. Hal ini dapat dikatakan bahwa derajat sumbangan elektron dapat diharapkan bervariasi terhadap sifat ilmiah logam, keadaan oksidasi dan ligan-ligan lain dalam orbital.

Salah satu sifat unsur transisi adalah mempunyai kecenderungan untuk membentuk ion kompleks atau senyawa kompleks. Ion-ion dari unsur logam transisi memiliki orbital-orbital kosong yang dapat menerima pasangan elektron pada pembentukan ikatan dengan molekul atau anion tertentu membentuk ion kompleks

Ion kompleks terdiri atas ion logam pusat dikelilingi anion-anion atau molekul-molekul membentuk ikatan koordinasi. Ion logam pusat disebut ion pusat atau atom pusat. Anion atau molekul yang mengelilingi ion pusat disebut ligan. Banyaknya ikatan koordinasi antara ion pusat dan ligan disebut bilangan koordinasi. Ion pusat merupakan ion unsur transisi, dapat menerima pasangan elektron bebas dari ligan. Pasangan elektron bebas dari ligan menempati orbital-orbital kosong dalam subkulit $3d$, $4s$, $4p$ dan $4d$ pada ion pusat.

Ligan adalah molekul atau ion yang dapat menyumbangkan pasangan elektron bebas kepada ion pusat. Ligan ada yang netral dan bermuatan negatif atau positif. Pemberian nama pada ligan disesuaikan dengan jenis ligannya. Bila ada dua macam ligan atau lebih maka diurutkan menurut abjad.

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun dari suatu ion logam pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan pasangan elektron bebasnya kepada ion logam pusat. Donasi pasangan elektron ligan kepada ion logam pusat menghasilkan ikatan kovalen koordinasi sehingga senyawa kompleks juga disebut senyawa koordinasi. Senyawa-senyawa kompleks memiliki bilangan koordinasi dan struktur bermacam-macam. Mulai dari bilangan koordinasi dua sampai delapan dengan struktur linear, tetrahedral, segiempat planar, trigonal bipiramidal dan oktahedral. Namun kenyataan menunjukkan bilangan koordinasi yang banyak dijumpai adalah enam dengan struktur pada umumnya oktahedral.

Dalam pelaksanaan analisis anorganik kualitatif banyak digunakan reaksi-reaksi yang menghasilkan pembentukan senyawa kompleks. Suatu ion (atau molekul) kompleks terdiri dari satu atom (ion) pusat dan sejumlah ligan yang terikat erat dengan atom (ion) pusat itu. Atom pusat ini ditandai oleh bilangan koordinasi yaitu angka bulat yang menunjukkan jumlah ligan (monodentat) yang dapat membentuk kompleks yang stabil dengan satu atom pusat. Ion bebas tidak terdapat di dalam larutan yang encer, sehingga semua ion terlarut dan kemungkinan semua molekul terlarut senantiasa dikelilingi oleh molekul air. Ion-ion juga saling berinteraksi sepanjang jarak-jarak tertentu. Konsep aktivitas (*activity*) berkaitan dengan interaksi elektrostatik jarak jauh (*long-range electrostatic* atau $>5\text{\AA}$) antar ion-ion, sedangkan interaksi ion-ion dalam jarak pendek (*short-range electrostatic*) disebut sebagai ion kompleks atau pasangan ion ($<5\text{\AA}$).

Ion dan molekul yang berinteraksi dalam jarak pendek akan membentuk ikatan dan kehilangan masing-masing identitasnya dengan membentuk kompleks ion atau ion pasangan. Sebagai contoh: ion $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ dan $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$, molekul air terikat secara kuat pada ion pusatnya dan karakteristik kimianya berubah, yaitu jauh lebih mudah melepas H^+ daripada tanpa Fe^{3+} dan Al^{3+} sebagai pusion.

Ion kompleks biasanya didefinisikan sebagai kombinasi antara kation pusat dengan satu atau lebih ligan. Ligan adalah sebarang ion atau molekul dalam koordinasi dari ion sentral, misalnya H_2O pada contoh di atas. Tetapi seringkali air diabaikan di dalam ion kompleks sehingga pengertian ion kompleks kadang-kadang terbatas untuk selain air. Ligan lainnya melakukan penetrasi solvation sphere atau hydration sphere bagian dalam (*inner*) dari

ion pusat dan menggantikan satu atau lebih molekul air bagian dalam. Sebaliknya, pasangan ion merupakan pengikatan ligan di luar dari solvation sphere bagian dalam, sehingga apabila terpisah, ion yang terhidrasi akan bergabung secara elektrostatik dan berlaku seolah unit tunggal sepanjang interval waktu yang lama. Ion kompleks dan pasangan ion adalah identik dengan *inner complexes* dan *outer complexes*. Banyak dari alkali bumi dan kation logam transisi dalam tanah berada didalam bentuk ion kompleks dan pasangan ion.

Bilangan koordinasi menyatakan jumlah ruangan yang tersedia disekitar atom atau ion pusat dalam apa yang disebut bulatan koordinasi, yang masing-masingnya dapat dihuni satu ligan (monodentat). Susunan logam-logam sekitar ion pusat adalah simetris. Jadi, suatu kompleks dengan atom pusat dengan bilangan koordinasi 6, terdiri dari ion pusat, dipusat suatu oktahedron, sedangkan keenam ligannya menempati ruang-ruang yang dinyatakan oleh sudut-sudut octahedron. Bilangan koordinasi 4 biasanya menunjukkan susunan simetris yang berbentuk tetrahedron meskipun susunannya datar dimana ion pusat berada dipusat suatu bujur sangkar dan keempat ionnya menempati keempat sudut bujursangkar itu. Ion-ion dan molekul-molekul anorganika sederhana seperti NH_3 , CN^- , Cl^- , H_2O membentuk ligan monodentat yaitu suatu ion atau molekul menempati salahsatu ruang yang tersedia dalam ion pusat dalam bulatan koordinasi, tetapi ligan bidentat, (seperti ion dipiridil), tridentat dan tetradentat juga banyak dikenal. Senyawa kompleks yang terdiri dari ligan-ligan polidentat sering disebut sepit/kelat (chelate).

Penamaan senyawa kompleks menurut IUPAC mengikuti aturan sebagai berikut:

- a. Nama kation (ion positif) disebut terlebih dahulu, baru diikuti dengan nama anion (ion negatif) seperti pada penamaan senyawa ion.
- b. Pada ion kompleks, urutan penyebutannya adalah: jumlah ligan – nama ligan – nama atom pusat (bilangan oksidasi atom pusat)
- c. Jumlah ligan disebut dengan nama latin, 1 (mono), 2 (di), 3 (tri), 4 (tetra), 5 (penta), 6 (heksa), dan seterusnya.
- d. Nama ligan ditambah dengan akhiran –o dengan cara:
 1. Ligan-ligan yang berakhiran –ida diganti dengan –o
 2. Ligan-ligan yang berakhiran –it atau –at diganti dengan –o
 3. Ligan netral diberi nama sesuai nama molekulnya dalam bahasa latin

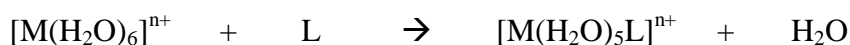
Tabel 1. Penamaan Beberapa Ligan untuk Senyawa Kompleks

No	Rumus Kimia	Nama sebagai Anion	Nama sebagai Ligan
1.	Cl ⁻	Klorida	Kloro
2.	CN ⁻	Sianida	Siano
3.	F ⁻	Fluorida	Fluoro
4.	O ²⁻	Oksida	Okso
5.	NO ₂ ⁻	Nitrit	Nitrito
6.	NH ₃	Amonia	Amin

- e. Jika ligannya lebih dari satu macam, urutan penyebutannya dimulai sesuai dengan urutan abjad nama depan dari ligan tersebut.
- f. Penamaan atom atau ion pusat sebagai berikut:
 - 1. Jika ion kompleksnya bermuatan negatif, nama atom pusat diberi akhiran –at.
 - 2. Jika ion kompleksnya tidak bermuatan, tidak ditambah akhiran.
- g. Bilangan oksidasi atom pusat ditulis dengan angka romawi dalam kurung setelah nama atom pusat. Misalnya: [Co(H₂O)₆]³⁺ disebut ion heksaaquokobalt (III).

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun dari suatu ion logam pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan pasangan elektron bebasnya kepada ion logam pusat. Donasi pasangan elektron ligan kepada ion logam pusat menghasilkan ikatan kovalen koordinasi sehingga senyawa kompleks juga disebut senyawa koordinasi. Senyawa-senyawa kompleks memiliki bilangan koordinasi dan struktur bermacam-macam. Mulai dari bilangan koordinasi dua sampai delapan dengan struktur linear, tetrahedral, segiempat planar, trigonal bipiramidal dan oktahedral. Namun kenyataan menunjukkan bilangan koordinasi yang banyak dijumpai adalah enam dengan struktur pada umumnya oktahedral.

Ion kompleks dalam larutan terbentuk secara bertahap. Pembentukan kompleks oktahedral satu ion logam dalam pelarut air dengan suatu ligan berlangsung melalui mekanisme reaksi substitusi. Reaksi substitusi ion logam dengan masing-masing ligan monodentat, bidentat atau tridentat berturut-turut terdiri dari enam, tiga dan dua tahap. Sebagai contoh, ion logam dalam pelarut air membentuk kompleks [M(H₂O)₆]ⁿ⁺. Pada saat ke dalam larutan ditambahkan ligan monodentat tidak bermuatan maka terjadi reaksi:



Reaksi tersebut terus berlangsung hingga keenam H₂O tersubstitusi dan dihasilkan kompleks [ML₆]ⁿ⁺. Apabila ligan yang ditambahkan merupakan ligan bidentat maka reaksi terdiri dari

tiga tahap. Pada setiap tahap dua molekul H₂O disubstitusi oleh satu ligan bidentat hingga pada akhir reaksi diperoleh kompleks [ML₃]ⁿ⁺.

2.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan agar praktikan dapat memahami:

1. Pembuatan dan penentuan rumus molekul senyawa kompleks besi (II).
2. Esensi asal muasal senyawa kompleks dalam kehidupan sehari-hari.
3. Dasar penentuan rumus senyawa kompleks.

2.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang diperlukan pada percobaan ini, antara lain:

Alat Praktikum	Bahan Praktikum
Gelas kimia	Ammonium Besi (II) Sulfat
Gelas ukur	Asam Oksalat
Penyaring Buchner	Asam Sulfat
Thermometer	Kalium Permanganat
Buret	Serbuk seng
Erlenmeyer	Akuades

2.4. Prosedur Percobaan

Adapun prosedur percobaan pada praktikum ini adalah sebagai berikut:

1. Siapkan larutan Besi (II) dan larutan asam oksalat dengan cara berikut: larutan Besi (II) dibuat dengan melarutkan 8 gram Ammonium Besi (II) Sulfat dalam 25 mL akuades yang telah diasamkan dengan 1 mL Asam Sulfat 2 M, sedangkan larutan Asam Oksalat dibuat dengan melarutkan 5 gram oksalat dalam 30 mL akuades.
2. Tambahkan larutan asam oksalat tersebut ke dalam larutan Besi (II) Sulfat, kemudian didihkan.
3. Endapan kuning yang terbentuk disaring dengan penyaring Buchner dan cuci dengan air panas diikuti dengan pencucian aseton.
4. Setelah endapan dikeringkan, tentukan rendamen sintesa dan komposisi hasil dengan prosedur sebagai berikut: larutkan 0,2 gram – 0,3 gram hasil dalam asam sulfat 2 M, kemudian titrasi dengan larutan standar kalium permanganat. Jika warna kuning memucat, panaskan larutan sampai 60⁰C dan lanjutkan titrasi sampai mencapai titik ekuivalen. Didihkan larutan dengan 2 gram serbuk seng selama 20 menit. Uji larutan dengan tetesan larutan tiosianat, jika ada warna merah jambu teruskan pendidihan

selama 10 menit. Saring larutan dengan glasswool dan cuci residu seng dengan Asam Sulfat 2 M. Titrasi campuran antara filtrat dan hasil cucian dengan larutan kalium permanganat standar. Dari hasil-hasil tersebut tentukan kadar besi, oksalat dan kadar airnya. Tuliskan rumus empirisnya.

TUGAS

1. Menurut saudara, apa sajakah manfaat senyawa kompleks dalam kehidupan sehari-hari!
2. Apakah didalam tubuh manusia, terdapat senyawa kompleks?. Jelaskan beserta manfaatnya (jika ada)!
3. Tuliskan dan jelaskan manfaat senyawa kompleks yang saudara temukan di lingkungan saudara!
4. Setelah larutan diuji dengan tetesan larutan tiosianat (prosedur 4), akan menghasilkan warna larutan merah jambu. Warna larutan merah jambu tersebut menandakan apa? Dan bagaimana langkah yang saudara lakukan jika tidak terbentuk warna merah jambu?. Jelaskan!

PERCOBAAN III
PEMBUATAN KALIUM MERKURI IODIDA
K₂HgI₄·2H₂O

3.1. Pendahuluan

Pemahaman termodinamika kesetimbangan penting untuk memahami keadaan kimiawi air raksa. Berdasarkan data potensial reduksi, yaitu:



Berdasarkan data potensial tersebut maka dapat disimpulkan bahwa hanya zat pengoksidasi yang memiliki potensial antara -0,789 sampai -0,854 yang dapat mengoksidasi Hg menjadi Hg²⁺. Fenomena lain yang penting adalah dengan adanya proses kesetimbangan disproporsional, yaitu:



Persamaan di atas memberikan penjelasan bahwa Hg sendiri dengan mudah mereduksi Hg²⁺ menjadi Hg₂²⁺. Jadi pereaksi apapun yang mereduksi keaktifan Hg²⁺ (dengan pengendapan atau pengompleksan) sampai batas tertentu yang lebih besar jika pereaksi tersebut menurunkan keaktifan Hg₂²⁺. Terdapat banyak pereaksi semacam di atas OH⁻, S²⁻, CN⁻, dan sebagainya, menyebabkan senyawa Hg₂²⁺ yang stabil sangat sedikit jadi cenderung Hg menggunakan valensi +2, misalnya K₂HgI₄·2H₂O.

Raksa (nama lama: air raksa) atau merkuri atau *hydrargyrum* (bahasa Latin: *Hydrargyrum*, yang berarti air/cairan perak) adalah unsur kimia pada tabel periodik dengan simbol Hg dan nomor atom 80.

Unsur golongan logam transisi ini berwarna keperakan dan merupakan satu dari lima unsur (bersama cesium, francium, galium, dan brom) yang berbentuk cair dalam suhu kamar, serta mudah menguap. Hg akan memadat pada tekanan 7.640 Atm. Kelimpahan Hg di bumi menempati di urutan ke-67 di antara elemen lainnya pada kerak bumi. Di alam, merkuri (Hg) ditemukan dalam bentuk unsur merkuri (HgO), merkuri monovalen (Hg¹⁺), dan bivalen (Hg²⁺).

Raksa banyak digunakan sebagai bahan amalgam gigi, termometer, barometer, dan peralatan ilmiah lain, walaupun penggunaannya untuk bahan pengisi termometer telah digantikan (oleh termometer alkohol, digital, atau termistor) dengan alasan kesehatan dan keamanan karena sifat toksik yang dimilikinya. Unsur ini diperoleh terutama melalui proses reduksi dari *cinnabar* mineral. Densitasnya yang tinggi menyebabkan benda-benda seperti

bola biliar menjadi terapung jika diletakkan di dalam cairan raksa hanya dengan 20 persen volumenya terendam.

Secara alamiah, pencemaran Hg berasal dari kegiatan gunung api atau rembesan air tanah yang melewati deposit Hg. Apabila masuk ke dalam perairan, merkuri mudah ber-ikatan dengan klor yang ada dalam air laut dan membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk ini, Hg mudah masuk ke dalam plankton dan bisa berpindah ke biota laut lain. Merkuri anorganik (HgCl) akan berubah menjadi merkuri organik (metil merkuri) oleh peran mikroorganisme yang terjadi pada sedimen dasar perairan. Merkuri dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa organo-merkuri. Senyawa organo-merkuri yang paling umum adalah metil merkuri yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam air dan tanah. Mikroorganisme kemudian termakan oleh ikan sehingga konsentrasi merkuri dalam ikan meningkat. Metil Hg memiliki kelarutan tinggi dalam tubuh hewan air sehingga Hg terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam jaringan tubuh hewan air, dikarenakan pengambilan Hg oleh organisme air yang lebih cepat dibandingkan proses ekskresi.

Keracunan kronis oleh merkuri dapat terjadi akibat kontak kulit, makanan, minuman, dan pernapasan. Toksisitas kronis berupa gangguan sistem pencernaan dan sistem saraf atau gingivitis. Akumulasi Hg dalam tubuh dapat menyebabkan tremor, parkinson, gangguan lensa mata berwarna abu-abu, serta anemia ringan, dilanjutkan dengan gangguan susunan saraf yang sangat peka terhadap Hg dengan gejala pertama adalah parestesia, ataksia, disartria, ketulian, dan akhirnya kematian. Wanita hamil yang terpapar alkil merkuri bisa menyebabkan kerusakan pada otak janin sehingga mengakibatkan kecacatan pada bayi yang dilahirkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa otak janin lebih rentan terhadap metil merkuri dibandingkan dengan otak dewasa. Konsentrasi Hg 20 µg/L dalam darah wanita hamil sudah dapat mengakibatkan kerusakan pada otak janin. Merkuri memiliki afinitas yang tinggi terhadap fosfat, sistin, dan histidil yang merupakan rantai samping dari protein, purin, pirimidin, pteridin, dan porifirin. Dalam konsentrasi rendah ion Hg⁺ sudah mampu menghambat kerja 50 enzim yang menyebabkan metabolisme tubuh terganggu. Garam merkuri anorganik bisa mengakibatkan presipitasi protein, merusak mukosa saluran pencernaan, merusak membran ginjal maupun membran filter glomerulus. Toksisitas kronis dari merkuri organik ini dapat menyebabkan kelainan berkelanjutan berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, albuminuria, eksantema pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah.

3.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan agar praktikan memahami:

1. Proses pembuatan senyawa kompleks Kalium Merkuri Iodida ($K_2HgI_4 \cdot 2H_2O$).
2. Esensi senyawa kompleks Kalium Merkuri Iodida ($K_2HgI_4 \cdot 2H_2O$) dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
3. Manfaat dan kegunaan senyawa kompleks Kalium Merkuri Iodida ($K_2HgI_4 \cdot 2H_2O$) dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.

3.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Gelas kimia

Corong

Erlenmeyer

Cawan petri

Bahan-bahan Praktikum

Kalium iodide

$HgCl_2$

3.4. Prosedur Percobaan

1. Endapkan merkuri iodida dengan menambahkan larutan KI (0,1 mol sama dengan 16,6 g KI) ke dalam larutan $HgCl_2$ (0,05 mol sama dengan 13,5 g $HgCl_2$ dalam 150 mL aquades). Aduklah campuran tersebut.
2. Saring endapan merah yang terbentuk dengan kertas saring Whatman, cuci dengan air panas dan biarkan mongering.
3. Masukkan endapan yang telah kering ke dalam larutan KI (16 g KI dalam 10 mL aquades) panas sambil diaduk.
4. Panaskan campuran diatas penangas air selama 30 menit, untuk menjenuhkan larutan dengan merkuri iodida, aduklah sesekali. Kelebihan merkuri iodida dapat dihilangkan dengan cara filtrasi.
5. Pindahkan larutan ke dalam cawan petri dan uapkan diatas penangas air, selanjutnya masukkan kedalam desikator yang berisi zat pengering $CaCl_2$.
6. Biarkan beberapa zat (diperbolehkan selama semalam) sampai hampir kering. Untuk mempercepat penguapan, rusakkan lapisan atas (kerak) Kristal dengan batang pengaduk.

7. Setelah agak kering, kikislah residu pada cawan petri dan pindahkan ke atas lembaran kertas saring, lalu keringkan lagi dalam desikator. Hasilnya adalah Kristal-kristal berwarna kuning pucat.
8. Timbanglah dan hitung randemennya.

TUGAS

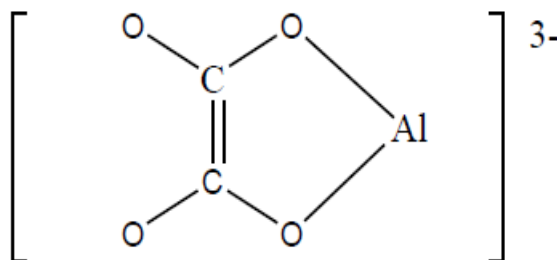
1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pengoksidasi, pereduksi, dan reaksi disproporsional!
2. Tuliskan persamaan reaksi kimia yang terjadi pada percobaan tersebut!
3. Endapan merah yang terbentuk (pada prosedur 2) merupakan..... apa solusi yang saudara tawarkan jika endapan merah tersebut tidak muncul!

PERCOBAAN IV
PEMBUATAN KALIUM TRIOKSALATO ALUMINAT
 $K_3Al(C_2O_4) \cdot 3H_2O$

4.1. Pendahuluan

Aluminium merupakan salah satu unsur golongan III A yang berada pada periode ketiga dan dapat membentuk oksida dan hidroksida amfoter.

Aluminium dapat membentuk senyawa kompleks oktahedral seperti kalium trioksalato aluminat $K_3Al(C_2O_4) \cdot 3H_2O$. Anion kompleksnya berbentuk:



Senyawa tersebut memperlihatkan bahwa unsur trivalensi Al membentuk kompleks dengan bilangan koordinasi enam. Anion trioksalat berfungsi sebagai pelindung (zat pengkhelat) ion Al terhadap reaksi-reaksinya dengan unsur atau senyawa lain. Kompleks netral ini larut dalam pelarut organik seperti benzena, n-heksan, kloroform, dan sebagainya. Akan tetapi tidak larut dalam pelarut polar seperti air.

Lambang aluminium ialah *Al*, dan nomor atomnya 13. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, namun merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga. Aluminium terdapat dalam penggunaan aditif makanan, antasida, buffered aspirin, astringents, semprotan hidung, antiperspirant, air minum, knalpot mobil, asap tembakau, penggunaan aluminium foil, peralatan masak, kaleng, keramik, dan kembang api.

Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik. Ringan dan kuat. Merupakan konduktor yang baik juga buat panas. Dapat ditempa menjadi lembaran, ditarik menjadi kawat dan diekstrusi menjadi batangan dengan bermacam-macam penampang. Tahan korosi.

Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan darinya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Juga secara luas digunakan dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang. Ditemukan di rumah sebagai panci, botol minuman ringan, tutup botol susu dsb. Aluminium juga digunakan untuk melapisi lampu mobil dan compact disks.

Orang pertama yang berhasil memisahkan aluminium dari senyawanya adalah Orsted pada tahun 1825 dengan cara mereduksi aluminium klorida, namun belum dalam keadaan murni. Aluminium murni ditemukan oleh Wohler dalam bentuk serbuk berwarna abu-abu pada tahun 1827 dengan memodifikasi proses Orsted.

Kini proses yang digunakan untuk memperoleh aluminium secara besar-besaran digunakan proses Hall-Heroult. Cara ini ditemukan oleh dua orang yang umurnya sama (23 tahun) namun ditempat yang berbeda yakni Charles Martin Hall di Amerika dan Heroult di Paris pada tahun 1886. Proses ini menjadikan kedua orang ini kaya dalam waktu singkat dan meninggal dunia pada tahun yang sama pula (1914). Setelah ditemukan cara ini harga aluminium yang awalnya sangat mahal turun secara drastis.

Pemurnian aluminium dilakukan dalam dua tahap:

1. Proses Bayer merupakan proses pemurnian bijih bauksit untuk memperoleh aluminium oksida (alumina), dan
2. Proses Hall-Heroult merupakan proses peleburan aluminium oksida untuk menghasilkan aluminium murni.

Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (bauksit, corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan sebagainya). Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses Bayer.

Proses Bayer menghasilkan alumina (Al_2O_3) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$. Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit di atas 1000°C sehingga terbentuk alumina dan H_2O yang menjadi uap air.

Setelah Alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan Na_3AlF_6 , atau yang biasa disebut cryolite. Larutan lalu dielektrolisis dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anoda, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa jenis yang lebih ringan dari pada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah.

Elektrolisis aluminium dalam proses Hall-Heroult menghabiskan energi yang cukup banyak. Rata-rata konsumsi energi listrik dunia dalam mengelektrolisis alumina adalah 15 kWh per kilogram aluminium yang dihasilkan. Energi listrik menghabiskan sekitar 20-40% biaya produksi aluminium di seluruh dunia.

4.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan agar praktikan dapat memahami:

1. Proses pembuatan Kalium Trioksalato Aluminat $K_3Al(C_2O_4)_3 \cdot 3H_2O$.
2. Esensi Kalium Trioksalato Aluminat $K_3Al(C_2O_4)_3 \cdot 3H_2O$ dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
3. Manfaat dan kegunaan Kalium Trioksalato Aluminat $K_3Al(C_2O_4)_3 \cdot 3H_2O$ dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.

4.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Gelas kimia 200 mL

Gelas ukur 100 mL

Corong glaswool

Pemanas listrik

Bahan-bahan Praktikum

Serutan aluminium

Kalium hidroksida

Asam oksalat

Etanol

$KMnO_4$ 0,1 N

Alizarin

4.4. Prosedur Percobaan

1. Timbanglah kira-kira 1 g serutan aluminium ke dalam gelas kimia 200 mL. Tambahkan dengan 10 mL air hangat, lalu masak ke kamar asam.
2. Tambahkan 30 mL larutan KOH 20% sedikit demi sedikit, biarkan berbuih dengan hebat (terjadi pembebasan gas H_2). Didihkan sampai semua aluminium larut. Saring dengan glaswool.
3. Timbanglah kira-kira 14 gram asam oksalat dihidrat dan tambahkan sedikit demi sedikit ke dalam 10 mL aquades panas.
4. Campurkan larutan pertama (poin 2) ke dalam larutan panas asam oksalat, aduk lalu saring dengan kertas saring Whatman dan dinginkan sampai suhu kamar.
5. Tambahkan 50 mL etanol dan lanjutkan pendinginan dengan air mengalir sehingga kompleks terpisah sebagai prisma-prisma kecil yang tak berwarna. Pengocokan sesekali mungkin diperlukan untuk merangsang kristalisasi.
6. Catat hasil yang anda dapatkan dan bandingkan dengan berat hasil teoritis berdasarkan banyaknya aluminium yang digunakan.

TUGAS

1. Tuliskan persamaan reaksi kimia yang terjadi pada percobaan!
2. Jelaskan perbedaan kertas saring biasa dengan kertas saring glaswool!
3. Jelaskan perbedaan pelarut polar dan pelarut non-polar!

PERCOBAAN V

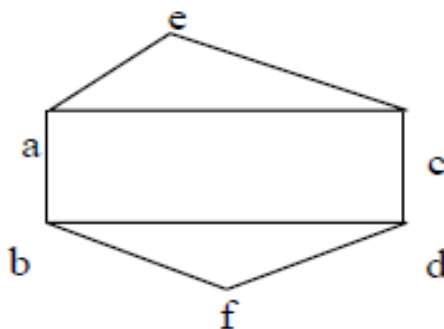
PEMBUATAN GARAM KOMPLEKS TETRA AMIN TEMBAGA (II) SULFAT MONOHIDRAT $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ DAN GARAM RANGKAP AMONIUM TEMBAGA (II) SULFAT HEKSAHIDRAT $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

5.1. Pendahuluan

Senyawa kompleks adalah suatu senyawa yang mengandung ion kompleks dan ion lawan (*counter ion*). Ion kompleks adalah ion yang tersusun dari ion pusat (atom pusat) yang dikelilingi oleh molekul atau ion yang disebut ligan. Antara ion pusat dan ligan tersebut terjadi ikatan koordinasi. Senyawa kompleks biasanya akan terbentuk dengan adanya logam transisi, hal ini disebabkan oleh orbital-orbital kosong yang ada pada sebagian besar unsur transisi dapat menerima pasangan elektron pada pembentukan ikatan dengan molekul atau anion tertentu membentuk ion kompleks.

Sifat yang dimiliki senyawa kompleks tembaga pada umumnya berinteraksi dengan magnet, jadi bersifat paramagnetik. Hal ini disebabkan karena atom pusat Cu^{2+} memiliki orbital e dan d (3dz) yang hanya memiliki satu elektron yang menyebabkan molekulnya terpengaruh terhadap medan magnet.

Secara umum digambarkan bentuk oktahedral molekul Cu^{2+} tersebut.



Kompleks berbentuk oktahedral ini ada yang berbentuk cis, trans, atau facila dan merdianol. Jika ligan $a = b = c = d$ dan ligan $e = f$ disebut isomer trans. Jika $a = b = d = f$ dan ligan $c = e$ disebut isomer cis. Sedangkan untuk isomer facila, maka ligan $a = b = f$. Oleh sebab itu, senyawa $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kemungkinan berbentuk cis dan trans.

Suatu garam yang terbentuk lewat kristalisasi dari larutan campuran sejumlah ekuivalen dua atau lebih garam tertentu disebut garam rangkap. Sedangkan garam-garam yang mengandung ion-ion kompleks dikenal sebagai senyawa koordinasi atau garam kompleks, misalnya heksaminkobalt (III) kloroda $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$ dan kalium heksasianoferat (III)

$K_3Fe(CN)_6$. Bila suatu kompleks dilarutkan, akan terjadi pengionan atau disosiasi, sehingga akhirnya terbentuk kesetimbangan antara kompleks yang tersisa (tidak berdisosiasi).

Suatu zat cair jika didinginkan, terjadi gerakan translasi molekul-molekul menjadi lebih kecil dan gaya tarik molekul-molekul makin besar hingga setelah mengkristal molekul mempunyai kedudukan tertentu dalam kristal. Panas yang terbentuk pada kristalisasi disebut panas pengkristalan. Selama pengkristalan terjadi kesetimbangan dan akan turun lagi saat pengkristalan selesai.

Salah satu contoh garam rangkap yaitu $FeSO_4(NH_4)SO_4 \cdot 6H_2O$ dan $K_2SO_4Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Dalam larutan, garam ini merupakan campuran rupa-rupa ion sederhana yang akan mengion jika dilarutkan lagi. Jadi, jelas berbeda dengan garam kompleks yang menghasilkan ion-ion kompleks dalam larutan. Semua garam-garam tersebut terbentuk melalui pencampuran (larutan pekat panas dari komponen sulfat), lalu didinginkan. Kristal-kristal alumi, yang mengendap akibat kelarutannya rendah dalam air dingin, dapat dimurnikan lewat kristalisasi karena kelarutannya meningkat secara mencolok dengan meningkatnya suhu. Kristal-kristalnya biasanya berbentuk oktahedral.

Proses pembentukan dari garam rangkap terjadi apabila dua garam mengkristal bersama-sama dengan perbandingan molekul tertentu. Garam-garam itu memiliki struktur tersendiri dan tidak harus sama dengan struktur garam komponennya. Kompleks ialah suatu satuan baru yang terbentuk dari satuan-satuan yang dapat berdiri sendiri, tetapi membentuk ikatan baru dalam kompleks itu. Dalam hal ini, kompleks yang terbentuk masing-masing berisi sebuah komponen, tetapi ada pula yang terjadi dari lebih banyak komponen seperti kompleks $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ dan $[Pt(NH_3)Cl_3]$. Contoh dari garam rangkap adalah garam alumia, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ dan feroammonium sulfat, $Fe(NH_3)_2(SO_4) \cdot 6H_2O$.

Garam rangkap dalam larutan akan terionisasi menjadi ion-ion komponennya. Garam kompleks berbeda dengan garam rangkap. Salah satu tipe reaksi kimia yang dapat merupakan dasar penetapan titrimetri, mencakup pembentukan kompleks atau ion kompleks yang larut namun sedikit sekali terdisosiasi. Satu contoh adalah reaksi ion perak dengan ion sianida untuk membentuk ion kompleks $Ag(CN)_2^-$ yang sangat stabil.

Sifat-sifat senyawa koordinasi dapat diprediksi dari sifat ion pusatnya. Hal yang sangat spesifik dari senyawa kompleks adalah adanya spesies bagian dari senyawa itu yang tidak berubah baik dalam padatan maupun dalam larutan, walaupun sedikit ada disosiasi. Spesies tersebut dapat berupa non ionik, kation, dan anion, bergantung pada muatan penyusunnya. Jika

bermuatan maka spesies itu disebut ion kompleks atau lebih sederhana disebut spesies kompleks.

Senyawa kompleks tersusun atas atom pusat (logam transisi) yang dikelilingi oleh sejumlah anion atau molekul netral. Anion atau molekul netral yang mengelilingi atom pusat itu disebut ligan. Bila ditinjau dari sistem asam-basa Lewis, atom pusat dalam senyawa kompleks tersebut bertindak sebagai asam Lewis, sedangkan ligannya bertindak sebagai basa Lewis. Ikatan yang terjadi antara atom pusat dan ligan merupakan ikatan kovalen koordinasi. Jumlah ligan yang mengelilingi atom pusat menyatakan bilangan koordinasinya.

Garam yang mengandung ion-ion kompleks dikenal sebagai senyawa koordinasi atau garam kompleks. Garam kompleks ini berbeda dengan garam rangkap. Garam rangkap terbentuk dari dua garam yang mengkristal secara bersama-sama dalam perbandingan molekul tertentu. Garam-garam ini memiliki struktur tersendiri dan tidak harus sama dengan struktur garam komponennya. Garam rangkap memiliki struktur molekul lebih panjang dibandingkan dengan struktur garam kompleks. Dalam larutan garam rangkap ini merupakan campuran berupa ion sederhana yang akan mengion bila dilarutkan lagi. Jelas berbeda dengan garam kompleks yang menghasilkan ion kompleks apabila dalam bentuk larutan.

5.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan agar praktikan memahami:

1. Gambaran tentang pembuatan garam-garam kompleks dan garam-garam rangkap, secara khusus garam $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan garam $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
2. Perbedaan garam kompleks dan garam rangkap.
3. Esensi garam kompleks dan garam rangkap dalam kehidupan sehari-hari.
4. Manfaat garam kompleks dan garam rangkap dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
5. Garam kompleks dan garam rangkap yang ada dilingkungannya.

5.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan, antara lain:

Alat-Alat Praktikum

Gelas kimia
Gelas ukur
Corong
Erlenmeyer
Batang pengaduk

Bahan-Bahan Praktikum

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Ammonia
Etanol
Es batu
Ammonium sulfat

5.4. Prosedur Percobaan

a. Pembuatan Kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{H}_2\text{O}$

1. Larutkan 2,495 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 1,32 gram ammonium sulfat $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$ dengan 10 mL aquades dalam gelas kimia 100 mL. Panaskan secara perlahan-lahan sampai garam larut sempurna.
2. Dinginkan campuran tersebut, kemudian didekantit untuk memisahkan Kristal dan larutan.
3. Keringkan Kristal dalam kertas saring (Kristal yang diperoleh berbentuk monoklin).
4. Timbanglah Kristal yang dihasilkan dan catat jumlah mol reaktan dan mol Kristal hasil.

b. Pembuatan Garam Rangkap $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6\text{H}_2\text{O}$

1. Tempatkan 4 mL larutan ammonia 15 M dan encerkan dengan 2,5 mL aquades dalam gelas kimia.
2. Timbang 2,495 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan tambahkan Kristal tersebut kedalam larutan ammonia dan aduk sampai semua Kristal larut sempurna.
3. Tambahkan 8 mL etil alkohol secara perlahan-lahan melalui dinding gelas kimia sehingga larutan tertutupi alkohol. Jangan diaduk dan digoyang, kemudian biarkan selama satu malam.
4. Setelah didiamkan semalam, aduk pelan-pelan untuk mengendapkan secara sempurna. Pisahkan endapan yang terbentuk secara dekantasi. Pindahkan Kristal kedalam kertas saring dan cuci dengan 3 – 5 mL campuran larutan ammonia 15 M dan alkohol dengan perbandingan volume yang sama.
5. Cuci sekali lagi Kristal dalam corong dengan 5 mL etanol dan saring dengan pompa.
6. Timbang Kristal kering yang dihasilkan dan tentukan berapa mol ammonia yang diperlukan.

TUGAS

1. Tuliskan semua persamaan reaksi kimia yang terjadi pada percobaan!
2. Jelaskan perbedaan garam biasa, garam kompleks, dan garam rangkap!
3. Jelaskan dan gambarkan kemungkinan bentuk molekul garam kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{H}_2\text{O}$ dan garam rangkap $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6\text{H}_2\text{O}$!
4. Tentukan rendamen dari garam kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{H}_2\text{O}$ dan garam rangkap $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2(\text{NH}_3)_6\text{H}_2\text{O}$ tersebut!

PERCOBAAN VI

MENGENDAPKAN, MELARUTKAN, DAN MENELITI GARAM

6.1. Pendahuluan

Garam-garam nitrat semua larut dalam air, kecuali garam dari logam alkali. Maka garam-garam karbonat, fosfat, tiosianat, dan sulfat dari Ca, Ba, dan Sr tidak dapat larut. Endapan-endapan itu biasanya mempunyai warna tertentu. Bila dari suatu reaksi kimia terjadi endapan maka endapan itu dapat diteliti dari warna endapan.

Dalam ilmu kimia, garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik seperti klorida (Cl^-), dan bisa juga berupa senyawa organik seperti asetat (CH_3COO^-) dan ion monoatomik seperti fluorida (F^-), serta ion poliatomik seperti sulfat (SO_4^{2-}). Natrium klorida (NaCl), bahan utama garam dapur adalah suatu garam.

Ada banyak macam-macam garam. Garam yang terhidrolisa dan membentuk ion hidroksida ketika dilarutkan dalam air maka dinamakan garam basa. Garam yang terhidrolisa dan membentuk ion hidronium di air disebut sebagai garam asam. Garam netral adalah garam yang bukan garam asam maupun garam basa. Larutan Zwitterion mempunyai sebuah anionik dan kationik di tengah di molekul yang sama, tetapi tidak disebut sebagai garam. Contohnya adalah asam amino, metabolit, peptida, dan protein.

Larutan garam dalam air (misalnya natrium klorida dalam air) merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Cairan dalam tubuh makhluk hidup mengandung larutan garam, misalnya sitoplasma dan darah. Tapi, karena cairan dalam benda ini juga mengandung banyak ion-ion lainnya, maka tidak akan membentuk garam setelah airnya diuapkan.

Garam dapat berwarna cerah dan transparan (contohnya natrium klorida), Buram, dan kadang juga berwarna metalik dan berkilau (Besi disulfida).

Beberapa warna garam yang umum ditemui, antara lain:

- kuning (natrium kromat),
- jingga (kalium dikromat),
- merah (kalium ferisianida),
- mauve (kobalt klorida heksahidrat),
- biru (tembaga sulfat pentahidrat, ferric hexacyanoferrate),
- ungu (kalium permanganat),

- hijau (nikel klorida heksahidrat),
- putih (natrium klorida/garam dapur),
- tidak berwarna (Magnesium Sulfate Heptahidrat) dan
- hitam (mangan dioksida).

Dari semua garam, dapat ditemukan lima rasa berbeda, yaitu: asin (natrium klorida), manis (timbal (II) asetat, beracun kalau sampai tertelan), asam (kalium bitartrat), pahit (magnesium sulfat), dan gurih (monosodium glutamat).

Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat (garam kuat) biasanya stabil dan tidak berbau, sedangkan garam yang terbentuk dari asam lemah maupun basa lemah (garam lemah) lebih berbau karena disebabkan oleh asam konjugasinya (contohnya asetat (asam asetat) pada (cuka) dan sianida seperti hidrogen sianida) atau bisa juga karena basa konjugasinya (contohnya garam amonium seperti amonia). Dekomposisi parsial ini bisa dipercepat dengan penambahan air, karena hidrolisis merupakan setengah bagian lain dari reaksi reversibel yang membentuk garam lemah.

Nama-nama garam diawali dengan nama ion kation (contohnya, natrium atau amonium) diikuti dengan nama ion anion (contohnya, klorida atau asetat).

- Amonium (NH_4^+)
- Kalsium (Ca^{2+})
- Besi (Fe^{2+} dan Fe^{3+})
- Magnesium (Mg^{2+})
- Kalium (K^+)
- Pyridinium ($\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$)
- Quaternary ammonium (NR_4^+)
- Natrium (Na^+)

Ion yang termasuk garam anion, antara lain:

- Asetat CH_3COO^- (asam asetat)
- Karbonat CO_3^{2-} (asam karbonat)
- Klorida Cl^- (asam klorida)
- Sitrat $\text{HOC}(\text{COO}^-)(\text{CH}_2\text{COO}^-)_2$ (asam sitrat)
- Sianida CN^- (asam sianida)
- Hidroksida OH^- (air)
- Nitrat NO_3^- (asam nitrat)
- Nitrit NO_2^- (asam nitrit)

- Oksida O^{2-} (air)
- Fosfat PO_4^{3-} (asam fosfat)
- Sulfat SO_4^{2-} (asam sulfat)

Ada beberapa reaksi kimia yang dapat diaplikasikan untuk menghasilkan garam antara lain:

1. Reaksi antara asam dan basa, misalnya: asam klorida (HCl) + amoniak (NH_3) \rightarrow amonium klorida (NH_4Cl).
2. Reaksi antara logam dan asam kuat encer, misalnya: $Mg + 2 HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$.
Keterangan: logam mulia umumnya tidak bereaksi dengan cara ini.
3. Reaksi antara logam dan nonlogam, misalnya: $Ca + Cl_2 \rightarrow CaCl_2$
4. Reaksi antara basa dan oksida asam, misalnya: $2 NaOH + Cl_2O \rightarrow 2 NaClO + H_2O$
5. Reaksi antara asam dengan oksida basa, misalnya: $2 HNO_3 + Na_2O \rightarrow 2 NaNO_3 + H_2O$
6. Garam juga dapat dibentuk apabila 2 garam yang berbeda dicampur. Ion-ion mereka akan membentuk campuran baru, misalnya: $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 2 NaNO_3(aq)$.

6.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan supaya mahasiswa:

1. Mengetahui sifat-sifat bahan kimia.
2. Memahami cara mengendapkan zat, menyaring endapan serta menuliskan persamaan reaksi penggaraman bersyarat.
3. Memahami esensi garam dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
4. Memahami manfaat garam dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
5. Memahami jenis-jenis garam yang ada dilingkungannya.

6.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Tabung reaksi
Pipet tetes
Spatula
Kertas saring
Corong
Gelas ukur 10 mL

Bahan-bahan Praktikum

Barium klorida
Aquades
Natrium karbonat 0,1 N
Besi (III) nitrat
Asam klorida
Asam sulfat

Lakmus merah

Ammonium hidroksida

Kaca arloji

Natrium tiosianat

6.4. Prosedur Percobaan

1. Masukkan 1 gram barium klorida kedalam tabung reaksi, lalu larutkan dalam 5 mL aquades, tambahkan tetes demi tetes larutan natrium karbonat 0,1 N.
2. Bila terjadi endapan, saringlah endapan tersebut.
3. Periksa endapan tersebut dengan memasukkannya ke dalam tabung reaksi, lalu tuangkan 2 tetes asam klorida, kemudian kocok. Sedikit endapan yang lain diperiksa dengan 2 tetes asam sulfat.
4. Larutkan 1 gram Besi (III) Nitrat ke dalam 5 mL aquades.
5. Tambahkan ammonium hidroksida berlebih sehingga lakmus merah yang dicelupkan kedalam reaktan menjadi biru.
6. Saring endapan yang diperoleh, sebagian diperiksa dengan menambahkan asam klorida dan sebagian yang lain dilarutkan dalam asam sulfat, kemudian ditambahkan larutan natrium tiosianat.

TUGAS

1. Tuliskan semua persamaan reaksi percobaan-percobaan diatas!
2. Tuliskan pengertian reaksi penetralan!
3. Tuliskan pengertian penggaraman bersyarat!
4. Jelaskan apa yang dimaksud rekristalisasi!

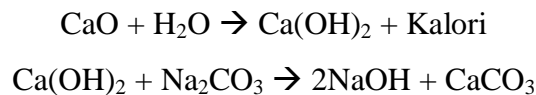
PERCOBAAN VII

PEMBUATAN SODA KAUSTIK PREPARATIF

7.1. Pendahuluan

Industri soda kaustik sering dikenal dengan nama industri klor alkali. Industri ini selain menghasilkan soda kaustik atau alkali hidroksida (NaOH) juga menghasilkan klor (Cl_2) sebagai produk utamanya. Proses elektrolisis berperan penting pada industri soda kaustik. Proses tersebut menghasilkan produk berupa gas H_2 , gas Cl_2 , dan NaOH (dimana sumber ion klorida yang digunakan adalah NaCl).

Natrium Hidroksida (NaOH) dapat diperoleh melalui reaksi penggaraman antara garam karbonat dan basa. Reaksi penggaraman adalah suatu reaksi bersyarat dimana harus terjadi endapan sesudah reaksi. Basa yang digunakan diperoleh dengan kapur hidup dalam air dan selanjutnya direaksikan dengan larutan natrium karbonat. Reaksi yang terjadi adalah:



Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan dapat ditemukan dalam bentuk pellet, serpihan, atau dalam bentuk larutan 50%.

Soda kaustik memiliki sifat seperti unsur radioaktif yang tidak pernah ditemukan sendiri di alam. Dengan kata lain, selalu bercampur dengan unsur lain. Berikut manfaat dari soda kaustik, antara lain:

1. Soda kaustik berperan penting dalam industri pulp atau kertas. Pada industri ini soda kaustik digunakan sebagai bahan baku dalam proses *pulping* dan *bleaching*. Soda kaustik juga digunakan dalam proses daur ulang kertas bekas yaitu pada proses “de-inking” kertas bekas. Disamping itu, banyak juga digunakan pada proses pengolahan air.
2. Soda kaustik berfungsi dalam pewarnaan cat.
3. Dalam industri tekstil, soda kaustik digunakan dalam pemrosesan kapas. Juga digunakan dalam pewarnaan serat sintetik seperti nilon dan polyster.
4. Soda kaustik berfungsi untuk melancarkan saluran pembuangan yang mampet atau sumbat.
5. Soda kaustik berfungsi untuk membersihkan kotoran atau noda membandel. Dapat digunakan pada dinding atau lantai yang kotor.
6. Soda kaustik dapat digunakan untuk membuat sabun, termasuk sabun mandi dengan kadar sesuai takaran. Selain itu, soda kaustik juga digunakan dalam pembuatan

surfaktan anionik yang merupakan komponen penting dalam produk detergen maupun produk pembersih.

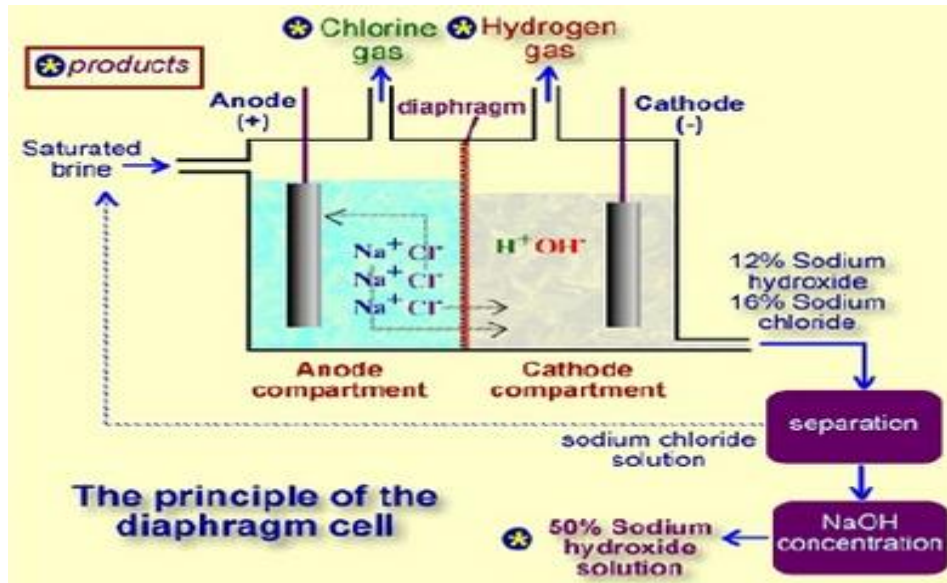
7. Industri minyak dan gas bumi. Industri minyak dan gas bumi (migas) memanfaatkan soda kaustik dalam tahap eksplorasi, produksi maupun pemrosesan minyak dan gas alam, dimana soda kaustik digunakan untuk menghilangkan bau yang berasal dari hidrogen sulfida (H_2S) maupun mercaptan.
8. Dalam proses produksi aluminium, soda kaustik digunakan untuk melarutkan bijih bauksit yang merupakan bahan baku dalam produksi aluminium.
9. Netralisasi minyak. Salah satu contoh penggunaan NaOH dalam skala industri, yaitu netralisasi minyak. Netralisasi dengan soda kaustik dalam skala industri, karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya.

Proses elektrolisis berperan penting dalam industri soda kaustik. Dimana larutan garam (NaCl) dielektrolisis sehingga diperoleh soda kaustik (NaOH) serta hidrogen pada bagian katoda dan gas klor (Cl_2) pada bagian anoda. Jika klor dan natrium hidroksida didinginkan sebagai produk akhir, maka rancangan sel harus dibuat sedemikian rupa sehingga kedua bahan tersebut tidak bercampur.

Terdapat tiga jenis rancangan sel pada proses elektrolisis yang banyak digunakan dalam industri soda kaustik, antara lain: sel diafragma, sel membran, sel merkuri.

Proses elektrolisis dengan sel diafragma, ruang katoda dan anoda dipisahkan menggunakan sekat yang disebut diafragma. Sel diafragma menjaga bercampurnya gas hidrogen dan gas klor, karena kedua gas tersebut dapat menyebabkan terjadinya ledakan apabila bercampur. Selain itu untuk mencegah bereaksinya soda kaustik dengan klorin yang dapat membentuk natrium hipoklorit ($NaClO$) dan natrium klorat ($NaClO_3$) pada temperatur diatas $40^{\circ}C$.

Elektrolis dengan menggunakan sel diafragma, arus DC dialirkan melalui sel agar elektrolisa larutan natrium klorida dan arahnya dari anoda ke katoda, yang berlawanan arah dengan aliran elektron.

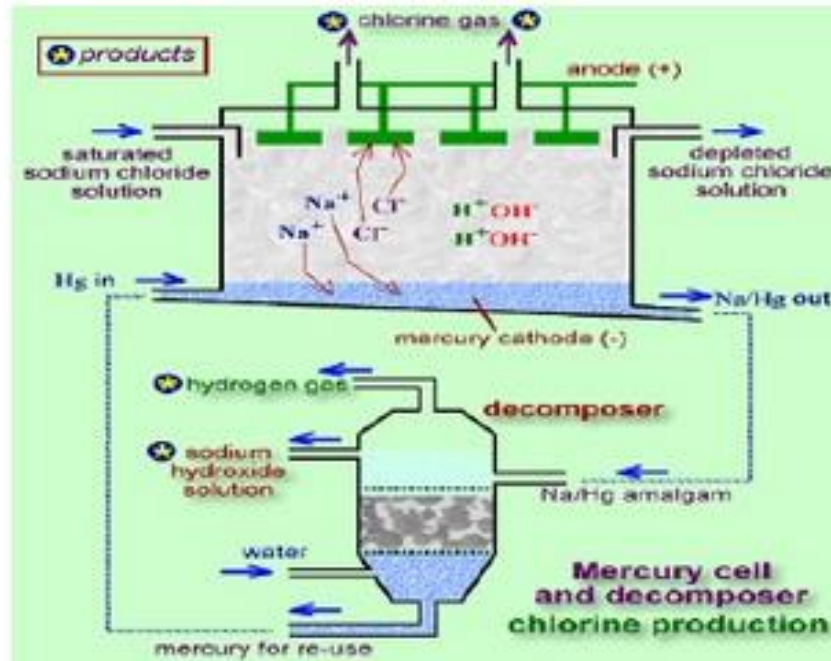


Gambar 4. Diafragma Sel

Proses elektrolisis dengan anoda sel merkurnya terbuat dari grafit atau titanium, tetapi katodanya adalah kolam aliran raksa (merkuri). Katoda merkuri mempunyai overpotensial yang lebih tinggi untuk mereduksi H₂O menjadi OH⁻ dan H_{2(g)}.

Sel merkuri lebih banyak memberi keuntungan daripada sel diafragma, karena dapat menghasilkan NaOH dengan kemurnian yang tinggi tanpa prosedur lanjutan yang terlalu banyak. Proses dengan sel merkuri menghasilkan konsentrasi larutan soda kaustik tertinggi dibanding ketiga jenis sel yang lain.

Namun, satu hal yang menyebabkan kerugian menggunakan sel merkuri adalah memerlukan voltase yang lebih tinggi (kira-kira 4,5 V) dibandingkan sel diafragma. Selain itu, sel merkuri juga memerlukan energi listrik yang cukup banyak, sekitar 3100 kWh/ton Cl₂ dalam sebuah sel merkuri, dibandingkan dengan 2700 kWh dalam sel diafragma. Kerugian lain yang cukup serius dari penggunaan sel merkuri tersebut adalah perlunya pengendalian limbah merkuri ke lingkungan.



Gambar 5. Sel Merkuri

Proses elektrolisis larutan garam (brine) dengan menggunakan sel membran merupakan teknologi modern dalam industri soda kaustik.

Proses elektrolisis dengan sel membran, ruang anoda dan katoda dipisahkan oleh suatu membran. Dimana membran hanya dapat dilalui oleh kation (ion positif) atau disebut juga membran penukar kation. Membran penukar kation memiliki peranan penting sebagai media yang memungkinkan terjadinya perpindahan ion-ion natrium (Na^+) dari ruang anoda ke ruang katoda dan mencegah mengalirnya ion Cl^- ke ruang katoda serta mencegah sebagian besar ion OH^- ke ruang anoda sehingga soda kaustik yang dihasilkan tidak bercampur dengan larutan garam.

Larutan garam natrium klorida jernih yang mengandung ion-ion Na^+ dan Cl^- dialirkan ke dalam ruang anoda, sedangkan pada ruang katoda diisi air murni. Suatu arus searah (DC) dialirkan melalui sel tersebut. Sel membran beroperasi dengan menggunakan larutan garam yang lebih pekat dan menghasilkan produk yang lebih murni dan lebih pekat.

7.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan supaya praktikan:

1. Mampu membuat soda kaustik yang sesuai dengan teori serta mengenal sifat-sifat fisika dan kimianya.
2. Memahami esensi soda kaustik dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
3. Memahami manfaat dan kegunaan soda kaustik dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.

4. Memahami jenis-jenis soda kaustik yang ada dilingkungannya.

7.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum		Bahan-bahan Praktikum
Timbangan	Bunsen	Kalsium oksida
Kaca arloji	Kertas saring	Aquades
Spatula	Corong Buchner	Natrium karbonat
Gelas kimia 100 mL	Gelas ukur 10 ML	($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
Batang pengaduk	Gelas ukur 50 mL	

7.4. Prosedur Percobaan

1. Timbang 5,6 gram CaO dan larutkan dalam 50 mL aquades dan aduk sampai menjadi bubuk.
2. Panaskan dalam oven (105°C), 20 gram $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ selama 1 jam.
3. Dinginkan dan kemudian timbanglah 10,6 gram untuk dilarutkan dalam 100 mL air. Agar lebih cepat dan mudah dalam melarutkan, sebaiknya dipanaskan sampai mendidih dan diaduk.
4. Kemudian campurkan kedua larutan tersebut di atas, aduk lalu didihkan selama ± 10 menit.
5. Setelah dingin, saring dengan kertas saring yang telah ditimbang dulu untuk mengetahui beratnya. Maka filtrat yang diperoleh adalah larutan soda kaustik, dan ditampung untuk disimpan. Sedangkan endapan yang terjadi dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C diatas kaca arloji selama 1 jam.
6. Periksalah filtrat (poin 5) yang diperoleh dengan kertas lakmus merah.
7. Setelah dingin, timbang endapan (poin 5) untuk mengetahui beratnya.

TUGAS

1. Buatlah persamaan reaksi kimia pembuatan soda kaustik pada percobaan ini!
2. Menurut percobaan di atas, berapa CaCO_3 yang diperoleh?, bandingkan dengan hasil teoritis menurut perhitungan reaksi diatas!, jika terjadi perbedaan, jelaskan pendapat saudara!
3. Jelaskan pendapat saudara, mengapa reaksi di atas harus dalam bentuk cairan. Syarat-syarat apa yang harus dipenuhi supaya reaksi dalam percobaan itu bisa terjadi!

4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan preparatif pada percobaan ini!
5. Sebutkan dan jelaskan manfaat soda kaustik dalam kehidupan sehari-hari!

PERCOBAAN VIII

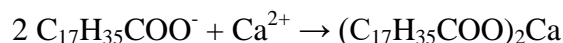
MENELITI KESADAHAN AIR

8.1. Pendahuluan

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali busa. Kesadahan air total dinyatakan dalam satuan ppm berat per volume (w/v) dari CaCO₃.

Cara paling mudah untuk mengetahui air yang selalu anda gunakan adalah air sadah atau bukan yaitu dengan menggunakan sabun. Ketika air yang anda gunakan adalah air sadah, maka sabun akan sukar berbuih, walaupun berbuih, buihnya sedikit. Kemudian untuk mengetahui jenis kesadahan air adalah dengan pemanasan. Jika ternyata setelah dilakukan pemanasan, sabun tetap sukar berbuih, berarti air yang anda gunakan adalah air sadah tetap. Cara yang lebih kompleks adalah melalui titrasi.

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun tidak dapat membentuk busa, tetapi malah membentuk gumpalan *soap scum* (sampah sabun) yang sukar dihilangkan. Efek ini timbul karena ion 2+ menghancurkan sifat surfaktan dari sabun dengan membentuk endapan padat (sampah sabun tersebut). Komponen utama dari sampah tersebut adalah kalsium stearat, yang muncul dari stearat natrium, komponen utama dari sabun:



Dalam industri, kesadahan air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Pada industri yang menggunakan ketel uap, air yang digunakan harus terbebas dari kesadahan. Hal ini dikarenakan kalsium dan magnesium karbonat cenderung mengendap pada permukaan pipa dan permukaan penukar panas. Presipitasi (pembentukan padatan tak larut) ini terutama disebabkan oleh dekomposisi termal ion bikarbonat, tetapi bisa juga terjadi sampai batas tertentu walaupun tanpa adanya ion tersebut. Penumpukan endapan ini dapat mengakibatkan

terhambatnya aliran air di dalam pipa. Dalam ketel uap, endapan mengganggu aliran panas ke dalam air, mengurangi efisiensi pemanasan dan memungkinkan komponen logam ketel uap terlalu panas. Dalam sistem bertekanan, panas berlebih ini dapat menyebabkan kegagalan ketel uap. Kerusakan yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat bervariasi tergantung pada bentuk kristal, misalnya, kalsit atau aragonit.

Air yang mengandung ion kalsium (Ca) dan ion magnesium (Mg) disebut air sadah. Kesadahan air dibedakan menjadi dua, yakni kesadahan sementara dan kesadahan permanen. Kesadahan sementara disebabkan oleh garam-garam bikarbonat dari Ca dan Mg, sedangkan kesadahan permanen disebabkan oleh garam sulfat dan klorida dari Ca dan Mg. Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan pemanasan atau penambahan air kapur, sementara itu kesadahan permanen dapat dihilangkan dengan lidi soda. Salah satu kerugian yang diakibatkan air sadah adalah menimbulkan kerak pada ketel. Ada beberapa cara mengukur kesadahan air, salah satunya dengan menggunakan metode kesadahan Jerman, yaitu jumlah massa CaO yang terdapat dalam satu liter air.

Air sadah sementara

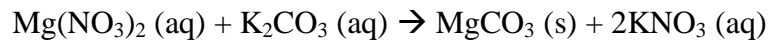
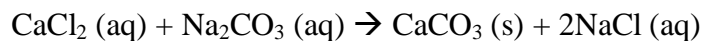
Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan atau magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Air yang mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} . Dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. Reaksi yang terjadi adalah:



Air sadah tetap (permanen)

Air sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion Cl^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida (CaCl_2), kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium klorida (MgCl_2), magnesium nitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$), dan magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadahannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Untuk membebaskan air tersebut dari kesadahan, harus dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat-zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat, yaitu

Na_2CO_3 (aq) atau K_2CO_3 (aq). Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} .



Dengan terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 berarti air tersebut telah terbebas dari ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan.

Untuk menghilangkan kesadahan air, dapat digunakan dua cara sebagai berikut.

Resin pengikat kation dan anion

Resin adalah zat polimer alami ataupun sintetik yang salah satu fungsinya adalah dapat mengikat kation dan anion tertentu. Secara teknis, air sadah dilewatkan melalui suatu wadah yang berisi resin pengikat kation dan anion, sehingga diharapkan kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} dapat diikat resin. Dengan demikian, air tersebut akan terbebas dari kesadahan.

Penggunaan Zeolit

Zeolit memiliki rumus kimia $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi yang memiliki pori-pori yang dapat dilewati air. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan ditukar dengan ion Na^+ dan K^+ dari zeolit, sehingga air tersebut terbebas dari kesadahan.

Untuk menghilangkan kesadahan sementara ataupun kesadahan tetap pada air yang anda gunakan di rumah dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit. Anda cukup menyediakan tong yang dapat menampung zeolit. Pada dasar tong sudah dibuat keran. Air yang akan anda gunakan dilewatkan pada zeolit terlebih dahulu. Air yang telah dilewatkan pada zeolit dapat anda gunakan untuk keperluan rumah tangga, seperti mencuci, mandi dan keperluan masak.

Zeolit memiliki kapasitas untuk menukar ion, artinya anda tidak dapat menggunakan zeolit yang sama selamanya. Sehingga pada rentang waktu tertentu anda harus menggantinya.

8.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan agar praktikan dapat:

1. Membedakan air lunak dan air keras.
2. Melunakkan air sadah.
3. Menghitung derajat kesadahan.
4. Memberikan solusi tentang kesadahan air yang dia temukan dilingkungan sekitarnya.
5. Memahami esensi air sadah.

8.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Tabung reaksi	Bunsen
Gelas ukur 100 mL	Pipet tetes
Gelas ukur 10 mL	Kaca arloji
Gelas piala 250 ml	Timbangan
Erlenmeyer 250 mL	
Batang pengaduk	

Bahan-bahan Praktikum

Natrium Klorida	Kalsium Klorida
Kalium Nitrat	Aquades
Natrium Sulfat	Sabun
Besi (II) Sulfat	Natrium Karbonat
Magnesium Klorida	Asam Klorida
Magnesium Sulfat	

8.4. Prosedur Percobaan

1. Ambil 7 buah tabung reaksi, masukkan kedalam masing-masing tabung: Natrium Klorida, Kalium Nitrat, Natrium Sulfat, Besi (II) Sulfat, Magnesium Klorida, Magnesium Sulfat, Kalsium Klorida sebanyak 0,4 gram dilarutkan dalam 5 mL aquades.
2. Buatlah larutan sabun dari 1 gram sabun lemak dilarutkan dalam 100 mL aquades dan alkohol dengan volume yang sama.
3. Tuangkan larutan sabun ke dalam masing-masing tabung reaksi dengan volume yang sama, lalu kocoklah tabung-tabung reaksi tersebut.
4. Masukkan 25 mL air sadah sementara ke dalam Erlenmeyer, lalu panaskan.
5. Buanglah filtratnya, kemudian pada sisa endapan tuangkan Asam Klorida.
6. Periksalah gas yang keluar dengan batang pengaduk yang telah dicelupkan dalam air kapur.

TUGAS

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kesadahan karbonat dan kesadahan non-karbonat?
2. Sebutkan dan jelaskan kerugian yang disebabkan oleh air sadah!
3. Amati tabung-tabung reaksi. Tentukan tabung reaksi yang tidak menunjukkan busa/buih!. Jelaskan penyebabnya!
4. Tuliskan semua persamaan reaksi yang terjadi!
5. Tambahkan 1 gram Na_2CO_3 pada 20 mL air sadah, lalu kocok-kocoklah, kemudian tuangkan beberapa mL sabun, bagaimana pembentukan buih/sabun sekarang?
6. Hitunglah kesadahan pada percobaan dengan menggunakan metode kesadahan Jerman!

PERCOBAAN IX

PEMBUATAN TAWAS DARI KALENG ALUMINIUM BEKAS

9.1. Pendahuluan

Aluminium adalah logam yang melimpah di atas permukaan bumi (sekitar 7,5 % berat). Aluminium juga memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang menarik serta merupakan salah satu bahan baku industri.

Setiap tahunnya, berjuta-juta ton kaleng aluminium diproduksi karena bahan ini tidak cepat berkarat. Hal ini menimbulkan masalah lingkungan yaitu menumpuknya limbah kaleng bekas aluminium tersebut. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasinya adalah mendaur ulang aluminium melalui pembuatan tawas.

Percobaan ini menggambarkan suatu proses *recovery* bahan kimia, yaitu mengkonversi logam aluminium menjadi kalium aluminium sulfat atau tawas. Tawas adalah suatu istilah umum yang menguraikan garam rangkap dari logam-logam tertentu. Tawas mengkristal dengan struktur oktahedral dan memiliki warna yang indah, terutama jika mengandung logam-logam transisi d.

Tawas (Alum) adalah kelompok garam rangkap berhidrat berupa kristal dan bersifat isomorf. Kristal tawas ini cukup mudah larut dalam air, dan kelarutannya berbeda-beda tergantung pada jenis logam dan suhu.

Alum merupakan salah satu senyawa kimia yang dibuat dari molekul air dan dua jenis garam, salah satunya biasanya $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Alum kalium, juga sering dikenal dengan alum, mempunyai rumus formula yaitu $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$. Alum kalium merupakan jenis alum yang paling penting. Alum kalium merupakan senyawa yang tidak berwarna dan mempunyai bentuk kristal oktahedral atau kubus ketika kalium sulfat dan aluminium sulfat keduanya dilarutkan dan didinginkan. Larutan alum kalium tersebut bersifat asam. Alum kalium sangat larut dalam air panas. Ketika kristalin alum kalium dipanaskan terjadi pemisahan secara kimia, dan sebagian garam yang terdehidrasi terlarut dalam air.

Tawas telah dikenal sebagai flocculator yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran-kotoran pada proses penjernihan air. Tawas sering sebagai penjernih air, kekeruhan dalam air dapat dihilangkan melalui penambahan sejenis bahan kimia yang disebut koagulan. Pada umumnya bahan seperti Aluminium sulfat $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ atau sering disebut alum atau tawas. Fero sulfat, Poly Aluminium Chlorida (PAC) dan poli elektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan. Untuk menentukan dosis yang optimal, koagulan yang sesuai dan pH yang akan digunakan dalam proses penjernihan air, secara sederhana dapat dilakukan

dalam laboratorium dengan menggunakan tes yang sederhana. Prinsip penjernihan air adalah dengan menggunakan stabilitas partikel-partikel bahan pencemar dalam bentuk koloid.

Tawas sebagai koagulan di dalam pengolahan air maupun limbah. Sebagai koagulan alum sulfat sangat efektif untuk mengendapkan partikel yang melayang baik dalam bentuk koloid maupun suspensi. Karena pembentuk koloid, maka sifat yang sangat penting pada tawas adalah adsorpsi. Tawas dapat mengadsorpsi kotoran, racun dan lainnya. Tawas bisa digunakan untuk menghilangkan bau badan atau anti-deodorant. Cara untuk menghilangkan bau badan sangat mudah, yaitu ambil satu buah tawas lalu celupkan ke air dan oleskan ke ketiak anda secukupnya. Kalau untuk menghilangkan warna hitam di ketiak, yaitu gunakan tawas secukupnya yang dicampur air hangat lalu oleskan pada ketiak anda yang gelap warnanya secara rutin

Karena Alum kalium memiliki titik leleh 900°C . Tipe lain dari alum adalah aluminium sulfat yang mencakupi alum natrium, alum amonium, dan alum perak. Alum digunakan untuk pembuatan bahan tekstil yang tahan api.

Tawas merupakan komponen dari foamite yang digunakan dalam alat pemadam kebakaran. Larutan yang mengandung tawas digunakan pada berbagai benda seperti kayu, kain, dan kertas untuk meningkatkan ketahanannya terhadap api.

Tawas atau alum dapat ditemukan dalam berbagai bentuk: kristal, batu, pensil, bubuk, dll. Tawas memiliki banyak kegunaan karena sifat-sifat yang dimilikinya seperti astringent, antiseptic, antibacterial, deodorant, dll. Berikut ini dibahas manfaat-manfaat tawas antara lain:

1. Aftershave : Dalam bentuk batu, tawas dapat digunakan sebagai aftershave. Ini dikarenakan tawas memiliki sifat astringent, yakni menciutkan atau mengencangkan jaringan tubuh. Tawas dapat diusapkan di wajah setelah selesai mencukur, sifat astringent yang dimiliki tawas dapat membantu mencegah dan mengurangi pendarahan yang disebabkan luka sayat ringan.
2. Deodoran : Tawas juga dikenal sebagai kristal deodoran, tawas digunakan banyak orang sebagai deodoran, menyelesaikan masalah keringat berlebihan. Tawas yang merupakan garam mineral alami ini juga dapat membantu mengatasi bakteri di ketiak.
3. Wasir : Bubuk tawas terkadang diterapkan untuk mengobati wasir dan luka sayat, untuk mengurangi dan mencegah pendarahan.
4. Sariawan : Bubuk tawas juga dapat digunakan untuk mengobati sariawan dengan mudah di rumah. Tinggal terapkan saja sejumlah tawas di daerah kulit yang terkena sariawan.

5. Baking powder : Tawas adalah bahan yang digunakan dalam banyak baking powder komersial, yang menyebabkan adanya sedikit rasa seperti logam di baking powder.
6. Acar : Metode tradisional pembuatan acar menggunakan tawas bubuk, daun anggur, dan larutan air kapur. Namun harus berhati-hati dalam menggunakan tawas, karena terlalu banyak tawas dapat membuat acar menjadi toksik/beracun.
7. Fotografi : Tawas digunakan oleh fotografer yang menggunakan teknik tradisional. Tawas digunakan untuk pengerasan film-film gelatin.
8. Flame retardant : Larutan yang mengandung tawas digunakan untuk melapisi benda seperti kayu, kain, dan kertas; agar ketahanan terhadap api meningkat.
9. Pemadam api : Tawas juga merupakan komponen dari foamite, yang digunakan dalam alat pemadam kebakaran.
10. Pemutih kulit : Tawas juga merupakan salah satu bahan dari produk-produk toner pemutih/whitening.
11. Pengolahan air : Ini adalah penggunaan umum tawas. Kristal-kristal tawas dimasukkan kedalam air untuk menjernihkan air tersebut. Tawas dapat menangkap partikel-partikel tersuspensi yang sangat halus, lalu membentuk endapan aluminium hidroksida yang tenggelam ke bagian bawah alat sehingga dapat disingkirkan dengan mudah.
12. Lilin atau tanah liat mainan : tawas merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk membuat lilin mainan untuk anak-anak.
13. Pasta gigi : Tawas digunakan oleh banyak perusahaan sebagai bahan pembuatan pasta gigi, atau yang biasa sering kita sebut "*odol*".
14. Hair styling : Sekitar tahun 1950, pria menggunakan tawas untuk membuat model rambut seperti crew cuts dan flattop. Tawas dapat digunakan untuk hair styling karena memiliki efek seperti gel, membantu rambut tetap berdiri sepanjang hari.
15. Hair removal : Tawas dapat digunakan untuk menyingkirkan rambut-rambut yang tidak diinginkan di tubuh. Tawas digunakan dalam pembuatan wax penghilang bulu. Selain itu kristal tawas juga dapat digunakan untuk melegakan kulit setelah dilakukan hair removal.
16. Kristal buatan manusia : Tawas bubuk dapat digunakan untuk membuat kristal. Cara pembuatan relatif mudah, setengah cangkir air panas dituangkan kedalam botol bersih dan sedikit diaduk-aduk sampai larutan menjadi jenuh. Larutan tersebut kemudian dibiarkan selama semalam. Di pagi hari, larutan dituangkan ke botol bersih lain, kristal tawas seharusnya sudah terbentuk di dasar botol.

17. Menyingkirkan siput : Tawas juga dapat digunakan untuk menyingkirkan atau membunuh siput. Anda hanya perlu menambahkan satu sendok makan bubuk tawas ke satu galon air dan biarkan larutan dalam tanah selama semalam. Ini dapat membantu membunuh siput-siput atau telur siput dalam tanah, sehingga Anda dapat menjaga tanaman anda bebas dari siput.

9.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan praktikan memahami:

1. Pembuatan tawas dari kaleng aluminium bekas.
2. Pemanfaatan barang-barang bekas untuk dijadikan bahan baru dengan fungsi yang sama atau berbeda.
3. Pentingnya pengolahan bahan-bahan bekas menjadi bahan-bahan yang lebih bermanfaat.
4. Esensi pembuatan dan penggunaan tawas dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.

9.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan praktikum yang diperlukan pada percobaan ini, antara lain:

Alat-alat Praktikum

Gelas kimia

Pemanas listrik

Penyaring Buchner

Bahan-bahan Praktikum

Potongan aluminium

KOH

H₂SO₄

Indikator metil merah

9.4. Prosedur Percobaan

1. Timbang suatu potongan aluminium kira-kira 0,5 – 0,9 gram. Masukkan ke dalam gelas kimia 250 mL
2. Tambahkan KOH ke dalam gelas kimia tersebut.
3. Jika reaksi sangat lambat, tempatkan gelas kimia di atas nyala api kecil dan panaskan secara perlahan.
4. Ketika reaksi sudah selesai (ditandai dengan tidak terbentuknya lagi gelembung gas), dinginkan gelas kimia tersebut pada suhu kamar. Jika larutan tidak mengandung residu padat, lanjutkan kelangkah ke-7 (jika ada residu, lanjut kelangkah ke-5)
5. Saring perlahan-lahan dengan menggunakan corong Buchner.

6. Gunakan botol semprot untuk membilas semua larutan yang ada pada gelas kimia dimana terdapat larutan aluminium. Jangan menggunakan lebih dari 20 mL air untuk membilas gelas kimia (lebih baik menggunakan 4 kali 5 mL untuk membilas dibanding 20 mL sekaligus).
7. Tambahkan 10 tetes indikator metil merah pada larutan yang jelas bersih. (catatan: metil merah berwarna kuning pada larutan basa dan berwarna merah pada larutan asam).
8. Masukkan 25 mL H_2SO_4 6M ke dalam gelas kimia besar.
9. Tambahkan H_2SO_4 6M beberapa mililiter secara perlahan-lahan sambil diaduk sampai larutan baru berwarna merah. Hindari penambahan H_2SO_4 berlebih. (catatan: penambahan H_2SO_4 akan menyebabkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ membentuk endapan putih, kelebihan H_2SO_4 akan melarutkan $\text{Al}(\text{OH})_3$).
10. Panaskan larutan secara perlahan-lahan sambil diaduk sampai semua $\text{Al}(\text{OH})_3$ larut. Larutan yang panas berwarna merah dan tidak mengandung suspensi padatan apapun. Jika larutan tidak berwarna merah, secara perlahan-lahan tambahkan beberapa tetes H_2SO_4 6M sampai larutan berwarna merah.
11. Dinginkan larutan tersebut dalam penangas es selama 20 – 30 menit sambil sekali-kali diaduk. Kristal tawas akan terbentuk.
12. Siapkan corong Buchner
13. Saring Kristal tawas dengan menggunakan corong Buchner. (catatan: jika masih tersisa waktu sekitar 45 menit atau lebih, lanjutkan ke langkah 14. Jika waktu yang tersedia kurang dari itu, lanjutkan ke langkah 15).
14. Masukkan larutan ke dalam gelas kimia sebelumnya dan uapkan sampai sekitar $\frac{1}{2}$ volume aslinya. Dinginkan larutan itu dalam penangas es selama 20 – 30 menit dan kemudian saring Kristal yang kedua dengan menggunakan saringan yang sama dengan Kristal pertama. Perhatian: jauhkan etanol yang mudah terbakar dari api.
15. Cuci Kristal dengan menggunakan 20 mL etanol. Biarkan dalam pompa vakum sekitar 3 – 5 menit. Keringkan Kristal dalam oven selama beberapa menit. (tawas meleleh pada 92°C).
16. Timbang gelas kimia bersih dan kering (100 – 150 mL)
17. Pindahkan Kristal yang kering pada gelas kimia tersebut. Timbang Kristal dan gelas kimia tersebut.
18. Hitung persen rendamen tawas.

Ulangi percobaan di atas menggunakan bahan yang terbuat dari bahan selain aluminium (misalnya kaleng yang terbuat dari besi, dan sebagainya). Simpulkan hasil karya anda.

TUGAS

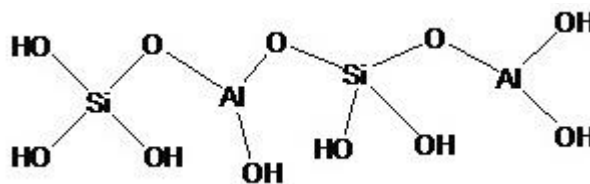
1. Tuliskan persamaan reaksi kimia yang terjadi pada percobaan diatas!
2. Jelaskan manfaat tawas dalam kehidupan sehari-hari maupun industri!
3. Adakah akibat negatif yang disebabkan oleh penggunaan tawas?, jika ada, jelaskan!
4. Selain menggunakan kaleng bekas berbahan dasar aluminium, tawas dapat juga dibuat dari bahan bekas berbahan dasar.....jelaskan pendapat saudara!
5. Hitung rendamen tawas yang dihasilkan serta bandingkan dengan hasil rendamen berdasarkan perhitungan teori!

PERCOBAAN X PEMBUATAN ZEOLIT

10.1. Pendahuluan

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari Kristal alumina silika terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi, dimana kationnya dapat diganti dengan kation lain tanpa menyebabkan perubahan pada struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel. Zeolit mempunyai rongga dan celah dengan luas permukaan dalam yang jauh lebih besar daripada luas permukaan Kristal bagian luarnya.

Struktur kimia sel zeolit dengan sisa aktifnya dapat digambarkan sebagai berikut:

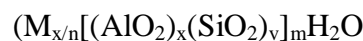


Gambar 6. Struktur Kimia Zeolit

Tipe-tipe zeolit dapat dikarakterisasi berdasarkan topologi tertentu dalam kerangka. Sisi aktif inilah yang dapat menyebabkan zeolit memiliki kemampuan sebagai penukar ion, adsorben, dan katalis.

Pada struktur zeolit di atas atom Al yang berbentuk tetrahedral yang menyebabkan atom Al tersebut akan bermuatan negatif karena berkoordinasi dengan empat atom oksigen dan selalu dinetralkan oleh kation alkali dan alkali tanah untuk mencapai senyawa yang stabil.

Rumus empiris zeolit yaitu:



Keterangan:

M = Kation logam yang dapat saling ditukarkan

n = Valensi kation M

m = Jumlah molekul air perunit

x, y = Menyatakan banyaknya atom Al dan Si

Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu, zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam biasanya mengandung kation-kation K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} , sedangkan zeolit sintesis biasanya hanya mengandung kation-kation K^+ atau Na^+ . Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas dipermukaan seperti Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , Na_2O , dan/atau K_2O dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalis dari zeolit tersebut. Oleh karena itu, zeolit alam perlu

diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara kimia maupun fisika. Secara fisika, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300-400⁰C dengan udara panas atau sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia, dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan Na₂EDTA atau asam-asam anorganik seperti HF, HCl, dan H₂SO₄ untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori. Zeolit alam banyak ditemukan di India, Siprus, Jerman, dan Amerika Serikat.

Secara umum, Zeolit memiliki melekular sruktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan degan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan Silicon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan Zeolit memiliki muatan negatif.

Muatan negatif inilah yang menebabkan Zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai 'molecular sieve' / 'molecular mesh' (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu.

Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembap. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin.

Zeolit memiliki manfaat yang sangat banyak bagi kehidupan. Manfaat-manfaat tersebut antara lain:

1. Sektor Pertanian

Disektor pertanian, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai:

- a. Penetral keasaman tanah
- b. Meningkatkan aerasi tanah
- c. Sumber mineral pendukung pada pupuk dan tanah

- d. Pengontrol yang efektif pada pembebasan ion ammonium, nitrogen, dan kalium yang dikandung oleh pupuk.

2. Sektor Peternakan

Disektor peternakan, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai:

- a. Peningkat nilai efisiensi nitrogen
- b. Mereduksi penyakit lambung pada hewan ruminensia
- c. Pengontrol kelembaban kotoran hewan dan kandungan ammonia kotoran hewan.

3. Sektor Perikanan

Disektor perikanan, zeolit dapat dimanfaatkan untuk:

- a. Menyerap dan menukar senyawa kimia yang meracuni air tambak/kolam seperti N_2 , NH_3 , H_2S , dan CO_2 .
- b. Meningkatkan kadar oksigen
- c. Menetralsir keasaman tanah dasar tambak dan merangsang pertumbuhan plankton
- d. Menjaga stabilitas air tambak pada tingkat ideal
- e. Meningkatkan nafsu makan bagi ikan dan udang dan mengefektifkan penggunaan pakan
- f. Menurunkan tingkat kematian ikan dan udang
- g. Meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi udang
- h. Menurunkan polusi/tingkat pencemaran yang timbul dari kotoran serta sisa pakan ikan dan udang yang membusuk
- i. Menyerap dan/atau mengontrol ammonium yang dikeluarkan ikan dan udang setelah selesai makan.

4. Sektor Energi

Disektor energi, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai:

- a. Katalis pada proses pemecahan hidrokarbon minyak bumi
- b. Panel-panel pada pengembangan energi matahari dan penyerap gas Freon.

5. Sektor Industri

Disektor industri, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai:

- a. Pengisi (*filler*) pada industri kertas, semen, beton, kayu lapis, besi baja, dan besi tuang
- b. Adsorben dalam industri tekstil dan minyak sawit
- c. Bahan baku pembuatan keramik
- d. Bahan baku pada proses pemurnian metil klorida dalam industri karet

- e. Dimanfaatkan pada pemurnian alkohol, methanol, benzene, xylene, LPG, dan LNG pada industri petro-kimia
- f. Penyerap klorin, bromine, dan fluorin
- g. Menurunkan humiditas ruangan.

Selain pemanfaatan di atas, zeolit juga dapat digunakan pada proses penyerapan gas:

- a. Gas mulia, antara lain Ar, Kr, dan He
- b. Gas rumah kaca, antara lain SO_2 , SO_3 , CO_2 , NO_3 , dan NO_x
- c. Gas organik, antara lain CS_2 , CH_4 , CH_3CN , CH_3OH , termasuk pirogas dan fraksi etana/etilen
- d. Pemurnian udara bersih yang mengandung O_2
- e. Penyerapan gas N_2 dari udara sehingga meningkatkan kemurnian O_2 di udara
- f. Penyerap gas dan penghilang warna dari cairan gula pada pabrik gula.

Zeolit pertama kali ditemukan pada tahun 1756 oleh seorang ahli mineralogy Swedia bernama Cronsdet. Nama zeolit berasal bahasa Yunani, yaitu zein dan lithos. Zein artinya mendidih dan lithos artinya batuan. Mineral ini memiliki sifat mendidih dan mengembang saat dipanaskan (diaktivasi).

10.2. Tujuan Percobaan

Percobaan ini bertujuan supaya praktikan memahami:

1. Cara pembuatan zeolit serta memahami sifat-sifat kimia dan sifat fisiknya.
2. Esensi pembuatan zeolit.
3. Manfaat dan kegunaan zeolit dalam kehidupan sehari-hari maupun industri.
4. Cara kerja zeolit yang digunakan untuk keperluan di kehidupan sehari-hari maupun industri.

10.3. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan kimia yang digunakan pada percobaan ini, antara lain:

	Alat-alat Praktikum	Bahan-bahan Praktikum
Spatula	Gelas ukur 10 mL	Abu layang
Kursibel	Labu ukur 250 mL	NaOH
Furnace	Bunsen	Aquades
Desikator	Batang pengaduk	$\text{Al}(\text{OH})_3$
Gelas kimia 50 mL	Timbangan	
Gelas kimia 100 mL	Kertas saring	

Gelas ukur 50 mL Oven

10.4. Prosedur Percobaan

a. Peleburan Abu Layang dengan NaOH

1. Leburkan 25 gram abu layang dengan 20 gram NaOH dalam furnace pada suhu 500⁰C selama 15 menit.
2. Dinginkan campuran dalam desikator.

b. Pembuatan Larutan Natrium Silikat

1. Setelah dingin, larutkan campuran leburan dengan aquades secukupnya lalu dibiarkan selama satu malam agar larut sempurna.
2. Saring larutan yang terbentuk dan encerkan dengan aquades hingga volume 250 mL.

c. Pembuatan Larutan Natrium Aluminat

1. Larutan aluminat dibuat dengan melarutkan 30,5 gram NaOH dalam 100 mL aquades.
2. Panaskan agar larut sempurna, campuran diaduk.
3. Tambahkan 21,65 gram Al(OH)₃ secara perlahan-lahan sambil diaduk hingga terbentuk larutan bening.
4. Setelah semua Al(OH)₃ melarut, lalu encerkan hingga volume 250 mL dengan aquades.

d. Mensintesis Zeolit

1. Zeolit disintesis dengan menambahkan larutan natrium aluminat secara perlahan-lahan ke dalam larutan natrium silikat sambil diaduk hingga homogen selama 3 jam.
2. Lalu terbentuk gel berwarna putih.
3. Saring gel yang terbentuk kemudian panaskan pada suhu 80⁰C selama 8 jam.
4. Kristal yang terbentuk dicuci dengan aquades.

TUGAS

1. Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis zeolit!
2. Sebutkan dan jelaskan karakteristik zeolit!
3. Sebutkan dan jelaskan metode apa saja yang dapat digunakan untuk menentukan zeolit!
4. Sebutkan dan jelaskan aplikasi penggunaan zeolit dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam industri!
5. Termasuk jenis zeolit apakah yang disintesis pada percobaan ini?, jelaskan!
6. Tuliskan persamaan reaksi kimia yang terjadi pada percobaan!

BUKU PENUNTUN PRAKTIKUM

KIMIA ANORGANIK II

**“ No amount of experimentation
can ever prove me right;
a single experiment can prove me wrong.”**

Albert Einstein

ISBN 978-979-8148-86-6



UKI PRESS

JL. Mayjen Sutoyo no.2

Cawang, Jakarta Timur 13630

Telp. (021) 8092425

E-mail : ukipress@uki.ac.id