

**MEDIA PEMBELAJARAN**  
**(Materi Anorganik 1)**



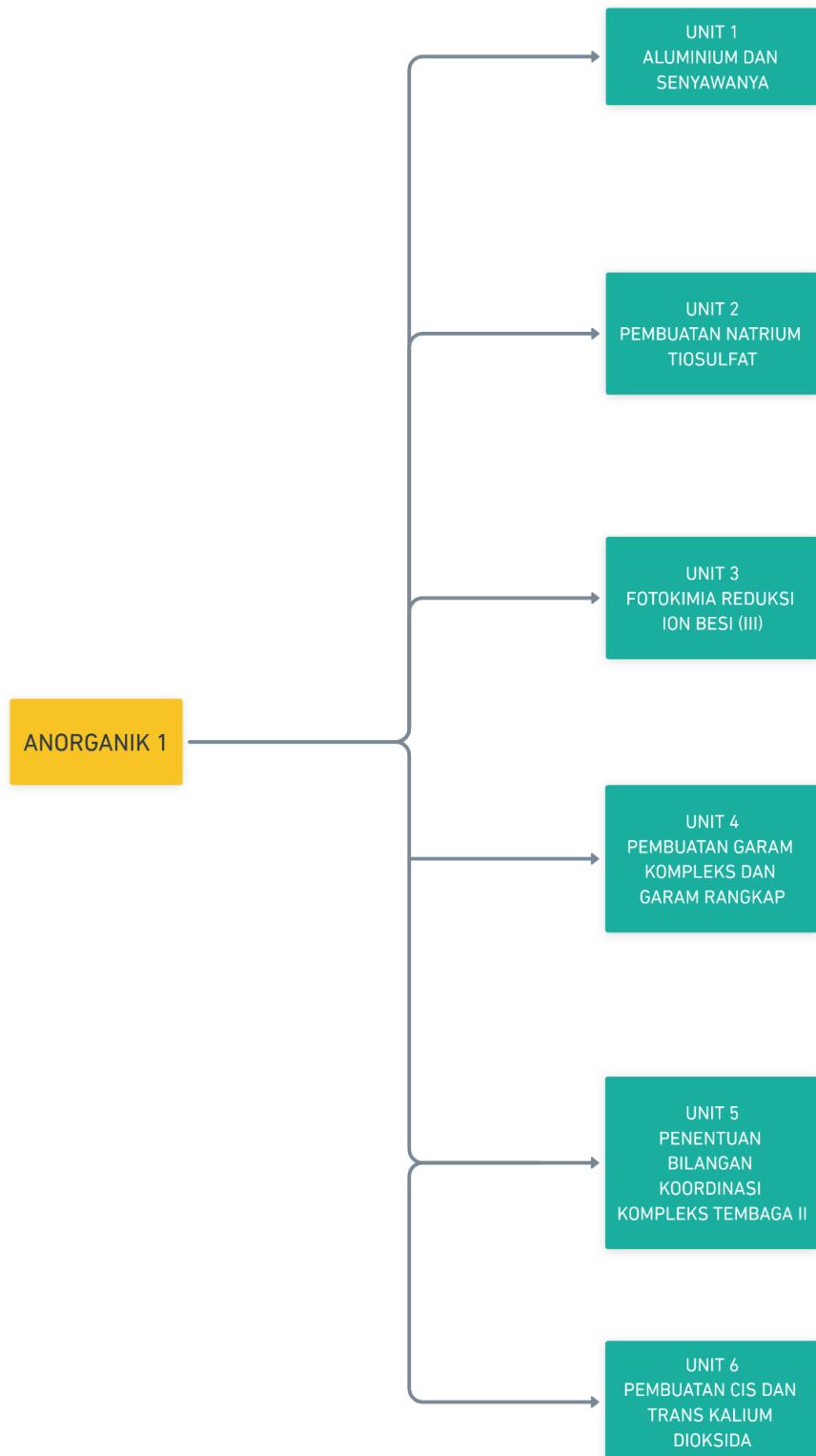
**Disusun Oleh :**  
**Ainun Febrianti**  
**Alifah Mustaghfira F**  
**Alifa Putri Maemunah**

**Pendidikan Kimia ICP**

**Prodi Pendidikan Kimia ICP**  
**Jurusan Kimia**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Negeri Makassar**  
**2024**

## PETA KONSEP

### Anorganik 1



## **BAB I**

### **ALUMINIUM DAN SENYAWANYA**

#### **(Ainun Febrianti)**

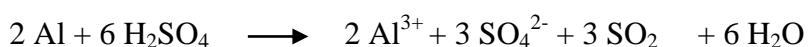
#### **I. Aluminium**

Nama aluminium diturunkan dari kata alum yang menunjukkan pada senyawa garam rangkap  $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$ ; kata ini berasal dari bahasa latin alumen yang artinya garam pahit. Oleh Humphry Davy, logam dari garam rangkap ini diusulkan dengan nama aluminium dan kemudian berubah menjadi aluminium. Namun, nama inipun segera termodifikasi menjadi aluminium yang menjadi popular diseluruh dunia kecuali di Amerika Utara dimana *American Chemical Society* (Himpunan Masyarakat Kimia Amerika) pada tahun 1925 memutuskan tetap menggunakan istilah aluminum dalam publikasinya (Sugiyarto, 2003: 123).

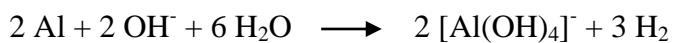
Aluminium adalah logam putih, yang liat dan dapat ditempa,bubuknya berwarna abu-abu. Ia melebur pada  $659^{\circ}C$ . Asam klorida encer dengan mudah melarutkan logam ini,pelarutan lebih lambat dalam asam sulfat encer atau asam nitrat encer :



Proses pelarutan dapat dipercepat dengan menambahkan sedikit merkurium (III) klorida pada campuran. Asam klorida pekat juga melarutkan klorida :



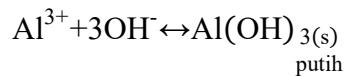
Asam nitrat pekat membuat logam menjadi pasif. Dengan hidroksida-hidroksida alkali, terbentuk larutan tetrahidroksoaluminat:



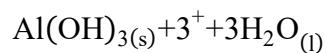
Aluminium adalah tetravalen dalam senyawa-senyawa. Ion-ion aluminium ( $Al^{3+}$ ) membentuk garam-garam yang tak berwarna dengan anion-anion yang tak berwarna. Halida,nitrat dan sulfatnya larut dalam air, larutan ini memperlihatkan reaksi asam karena hidrolisis. Aluminium sulfida dapat dibuat hanya dalam keadaan padat saja,dalam larutan air ia terhidrolisis dan terbentuk aluminium hidroksida  $Al(OH)_3$  (Svehla, 1985: 266).

Aluminium dengan konfigurasi elektronik  $[_{10}\text{Ne}] \ 3s^2 \ 3p^1$  dikenal mempunyai tingkat oksidasi +3 dalam senyawanya. Logam aluminium tahan terhadap korosi udara, karena reaksi antara logam aluminium dengan oksigen udara menghasilkan oksidanya,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , yang membentuk lapisan *nonpori* dan membungkus permukaan logam sehingga tidak terjadi reaksi lanjut. Lapisan dengan ketebalan  $10^{-1}$ -  $10^{-6}$  mm sudah cukup mencegah terjadinya kontak lanjut karena ion dengan oksigen mempunyai jari-jari ionik (124 pm) tidak jauh berbeda dari jari-jari metalik atom aluminium (143 pm). Akibatnya kemasan permukaan hampir tidak berubah, karena jari-jari ion aluminium (68 pm) “tepat” menempati rongga-rongga struktur permukaan oksida. Hal ini berbeda dari oksida besi yang bersifat pori, tidak mampu melindungi bagian dalam logam besi sehingga korosi terus berlanjut (Sugiyarto, 2003: 123).

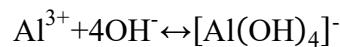
Ion aluminium pada suhu kamar dan dalam larutan, aluminium stabil sebagai aluminium (III)  $\text{Al}^{3+}$ . Senyawa anhidrat dari aluminium (III) umumnya berikatan secara kovalen, tetapi bila larut dalam air senyawa aluminium (III) tidak berwarna, sehingga hidrat dari aluminium (III) bersifat ionik karena muatan yang besar dan ukurannya yang reaktif kecil, ion aluminium (III) bereaksi dengan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Adanya anion basa kuat seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  akan terjadi hidrolisis menghasilkan endapan hidroksida  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bersifat amfoter, yang larut dengan larutan dengan larutan basa dengan  $\text{pH} > 10$  menghasilkan  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ . Pemanasan endapan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  menghasilkan bentuk oksidanya,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Hanya sedikit kompleks aluminium yang penting dalam analisis kualitatif, seperti  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ,  $[\text{AlF}_6]^{3-}$ ,  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ . Aluminium, suatu garam ammonium dari asam aurin karboksilat bereaksi dengan  $\text{Al}^{3+}$  kompleks berwarna merah yang tidak larut banyak digunakan pada dunia industri sebagai pewarna. Reaksi dengan aluminium juga digunakan sebagai uji identifikasi adanya  $\text{Al}^{3+}$ . Senyawa aluminium (III) yang larut air mencakup asetat, bromida, klorida, iodida, nitrat, perklorat, sulfat dan tiosulfat. Senyawa yang tidak larutnya meliputi hidroksida dan fosfat. Reaksi penting untuk pemisahan dan identifikasi dari  $\text{Al}^{3+}$ . Reaksi pengendapan golongan :



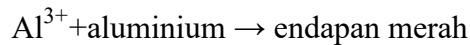
Pelarutan kembali dengan asam:



Pembentukan ion kompleks dan penguraian kembali:



Uji konfirmasi:



(Ibnu, 2004: 71- 72).

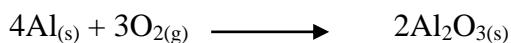
Manfaat lain yang istimewa bagi logam aluminium yaitu afinitasnya (daya gabung) yang sangat kuat dengan oksigen. Sabagai contoh, reaksi serbuk aluminium dengan oksida-oksida logam transisi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  juga menghasilkan panas yang sangat tinggi:



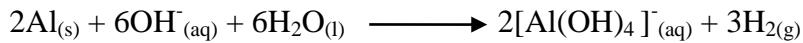
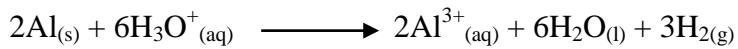
Reaksi ini reaksi terumit dapat menghasilkan panas yang sangat tinggi. Aluminium sulfat juga dapat dipakai sebagai bahan pada pemadam kebakaran tipe busa bersama soda  $\text{NaHCO}_3$  dengan panas sangat tinggi hingga temperatur kira-kira  $3000^\circ\text{C}$  dan oleh karena itu sering dimanfaatkan misalnya pada proses pengelasan besi atau baja rel kereta api (Sugiyarto, 2003: 125).

Aluminium larut dalam asam galian yang lemah tetapi dipasifkan oleh asam nitrar pekat. Sekiranya kesan lindungan oksida tipisan boleh dibatasi, contohnya secara mencalar atau pengamalgam, serangan yang cepat boleh terjadi walaupun dengan air. Pada keadaan biasa, logam tersebut diserang oleh hidroksida alkali panas, sehingga halogen dan berbagai bukan halogen. Al yang fungsi ketulenannya adalah juga perintang terhadap asam dan akan diserang baik oleh asam hidroklorida yang ditambahkan sedikit  $\text{CuCl}_2$  atau dengan Pt dan sedikit  $\text{H}_2\text{O}_2$  juga ditambahkan semasa pelarutan (Cotton,1930: 210).

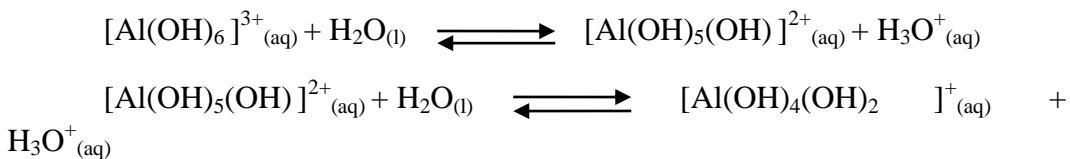
Sifat kimiawi aluminium yaitu serbuk aluminium terbakar dalam api enghasilkan debu awan aluminium menurut persamaan reaksi:



Logam aluminium bersifat amfoterik, bereaksi dengan asam kuat membebaskan hydrogen, sedangkan dengan basa kuat membentuk aluminat menurut persamaan reaksi:



Dalam air, ion aluminium terhadap sebagai ion heksaakuaaluminium (III)  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^+$  tetapi mengalami reaksi hidrolisis secara bertahap hingga menjadi ion tetraakuadihidrosoaluminium (III) mneurut persamaan reaksi:



Jadi larutan garam aluminium bersifat asam dengan tetapi ionisasi asam hampir sama dengan asam asetat (Sugiyarto,2003: 126).

Aluminium mempunyai massa jenis kecil, tahan terhadap korosi, daya hantar listrik baik, jika dipadu dengan unsur dan diproses dengan metode tertentu akan mempunyai sifat fisis dan mekanis yang unggul. Aluminium murni mempunyai sifat mekanis yang kurang baik, untuk menaikkan sifat mekaniknya, maka aluminium dipadu dengan unsur Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni dsb. Satu atau bersamaan unsur tersebut dalam paduan memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan, korosi, ans dan dapat menurunkan koefisien muai (Purwanto, 2009: 41-41).

Berdasaran hasil penelitian sifat mekanik paduan dari AlFeNiMg terutama sifat kekerasan cenderung menutun setelah mengalami proes pemanasan pada suhu 500°C. Sifat kekerasan menurun seiring dengan semakin lama waktu pemanasan dari 165 Hv berturut-turut menjadi 94,4, Hv, 87,6 Hv dan 85,1 Hv. Hasil pengamatan metalografik-optikal memperlihatkan mikrostruktur mengalami perubahan seiring dengan meningkatnya waktu pemanasan (Al Hasa, 2011: 74).

## **II. Sifat-sifat Aluminium**

- a. Adapun sifat-sifat Aluminium yaitu:
  - 1) Bereaksi dengan oksigen membentuk lapisan tipis oksida yang melindungi dari oksidasi lebih lanjut
  - 2) Bereaksi dengan asam membebaskan gas hydrogen
  - 3) Bila dipanaskan kuat di udara. Al terbakar membentuk oksida dan sedikit nitride
  - 4) Aluminum larut dalam larutan NaOH encer
  - 5) Dapat mereduksi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  disertai pelepasan panas yang besar (dipakai untuk mengelas baja).
  - 6) Senyawa hidroksidanya bersifat amfoter
  - 7) Logam Al berwarna putih mengkilap, mempunyai titik leleh tinggi 660 °C), moderat lunak, dapat dibuat aliansi, dan tahan terhadap korosi udara
  - 8) Berat jenisnya ringan (hanya 2,7 g/cm³, sedangkan besi ± 8,1 g/cm³)
  - 9) Tahan korosi
  - 10) Penyiaran listrik dan panas yang baik
  - 11) Mudah di fabrikasi/ di bentuk
  - 12) Kekuatannya rendah tetapi pemanfaatan (alloying) kekuatannya biasa ditingkatkan. (Keenam, 1979)

### **b. Sifat fisika logam Aluminium**

Titik didih : 2519 °C

Titik leleh : 660°C

Massa jenis (20°C) : 2,7 g/cm³

$E^\circ \text{M}^{3+} + 3e^- : -1,66 \text{ V}$

Energi ionisasi pertama : 577 kJ/mol

Kedua : 1816 kJ/mol

Ketiga : 2744 kJ/mol

(Mantini,2014)

Logam alumunium molar dalam asam mineral, kecuali asam nitrat pekat, dan dalam larutan hidroksida akan menghasilkan gas hidrogen.

Alumunium membentuk senyawa dengan alkali seagaian besar non logam dan menunjukkan sifat kimia yang bergam, tetapi tidak seperti boron, tidak ditemukan hidrida kluster alumunium.

Untuk menaikkan ketahanan korosi, logam Al dianodasi artinya produk logam Al sengaja dilapisi dengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  secara elektrolisis. Al yang dianodasi ini mempunyai ketebalan lapisan ~0,01 mm dan lapisan oksida setebal ini mampu menyerap warna/zat warna sehingga permukaan logam dapat diwarnai. Pada proses anodasi ini logam Al dipasang sebagai anoda, karbon/grafit sebagai katoda dan dipakai elektrolit larutan asam sulfat.

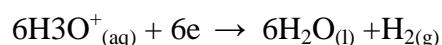
Persamaan reaksinya:

Pada anoda terjadi oksidasi Al:



(reaksi ini tidak berlanjut manakala anoda Al telah terlapisi oleh  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

Pada katoda (reduksi)



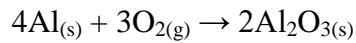
Logam Al berwarna putih mengkilat, mempunyai titih didih tinggi (sekitar  $660^\circ\text{C}$ ), moderat lunak dan lembek-lembek jika murni tetapi menjadi kuat jika dibuat paduan dengan logam lain, serta ringan dengan densitas  $2,73 \text{ gr/cm}^3$ . Al bersifat konduktor panas maupun konduktor listrik yang baik, namun lebih rendah daripada tembaga. Atas dasar tersebut manfaat logam Al antara lain:

- Industri rumah tangga : untuk peralatan masak-dapur
- Industri makanan : untuk pembungkus makanan, kaleng minuman, pembungkus pasta gigi.
- Bahan bangunan : untuk mebelair, pintu, jendela
- Sebagai bahan dasar industri peawat terbang, kapal, mobil
- Serbuk Al untuk bahan cat-Al

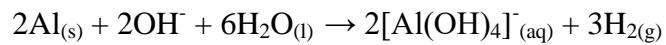
(Mantini, 2014)

### c. Sifat Kimia Aluminium

Serbuk Al terbakar dalam api menghasilkan debu awan Al oksida



Logam Al bersifat amfoterik, bereaksi dengan asam kuat membebaskan gas hidrogen, sedangkan dengan basa kuat membentuk aluminat.



Jadi, larutan garam aluminat bersifat asam dengan tetapan ionisasi asam hampir sama dengan asam asetat. Campuran dalam antiperspirant (antipeluh) yang biasa disebut alumunium hidrat terdiri dari garam-garam klorida dari kedua ion kompleks hidrokso. Ion Al dalam senyawa inilah berperan mengkerutkan pori-pori permukaan kulit.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Al Hasa, M. Husna dan Anwar Muchsin. 2011. Pengaruh Waktu Pemanasan terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Fasa Paduan Aluminium Fero Nikel. *Jurnal Urania*. Vol. 17. No. 2. Hal: 55-116.
- Cotton, F. Albert dan Geoffrey Wilkinson. 1930. *Kimia Tak Organik Tak Lanjutan*. Negeri Sembilan Malaysia: Universitas Teknologi Malaysia.
- Ibnu, Sodiq. dkk. 2004. *Kimia Analitik I*. Malang: JICA.
- Keenam. (1979). *Kimia Universitas Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Purwanto.H. 2009. Pengaruh Jarak dari Tepi Cetakan terhadap Kekuatan tarik dan kekerasan pada Coron Aluminium. *Jurnal Momentum*. Vol.5. No.1. Hal: 41-45.
- Sugiyarto, Kristian H. 2004. *Kimia Anorganik II*. Malang: JICA.
- Svehla, G. 1985. *Analisis Kuantitatif Anorganik Makro dan Semimikro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.

## **BAB II**

### **PEMBUATAN NATRIUM TIOSULFAT**

#### **(Ainun Febrianti)**

### **I. TEORI**

#### **1.1 Prinsip Metoda Pengerajan**

Prinsip dari pembuatan natrium tiosulfat ini adalah berdasarkan rekristalisasi. Rekristalisasi adalah perbedaan kelarutan antara zat yang akan dimurnikan dengan kelarutan zat pencampur/pencemarnya. Larutan yang terjadi dipisahkan satu sama lain, kemudian larutan zat yang diinginkan dikristalkan dengan cara menjenuhkannya.

Tiosulfat merupakan logam yang mengandung ion  $S_2O_3^{2-}$  dimana satu atom S menggugus atau menukarganti satu atom O. Dalam larutan – larutan asam, ion tiosulfat akan terurai menjadi S dan ion sulfit. Oleh karena itu, spesies semacam asam tiosulfat dapat di solvasi.

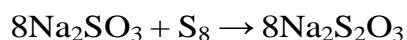
Pembuatan larutan natrium tiosulfat dibuat dari kristalnya yaitu  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ . larutan tio 0,1N dapat disiapkan dengan melarutkan  $\pm$  25 gram kristal natrium tiosulfat proanalisis dalam gelas kimia 1 liter dengan menggunakan aquades. Aquades yang digunakan sebaiknya bebas dari karbondioksida berlebih karena dapat membentuk belerang sesuai dengan persamaan reaksi:



Larutan tio juga dapat dengan mudah terurai karena pengaruh bakteri (misal, *Thiobacillus thioparus*) terutama jika larutan didiamkan beberapa lama. Oleh karena itu dianjurkan beberapa penanganan seperti air suling yang digunakan untuk melarutkan larutan tio harus dididihkan terlebih dahulu, jika larutan tio akan disimpan dalam beberapa hari diteteskan 3 tetes/liter kloroform dan dijaga pH pada 9-10 dengan ditambahkan 0,1 g/L natrium karbonat sehingga aktivitas

bakteri berada pada aktivitas terendah, dan hindarkan larutan tio terhadap cahaya.

Natrium tiosulfat monokristal dalam bentuk prisma yang besar – besar dan transparan dengan lima molekul air. Metode yang terpenting untuk membuat natrium tiosulfat yaitu dari natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) dan belerang bebas (S) yang reaksinya :



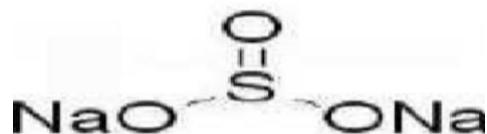
Cara yang didapat kemudian dikristalisasi. Kristal yang terjadi ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) langsung dikemas untuk terjadinya off flourescence.

## 1.2 Sifat Kimia dan Sifat Zat

### Natrium Tiosulfat

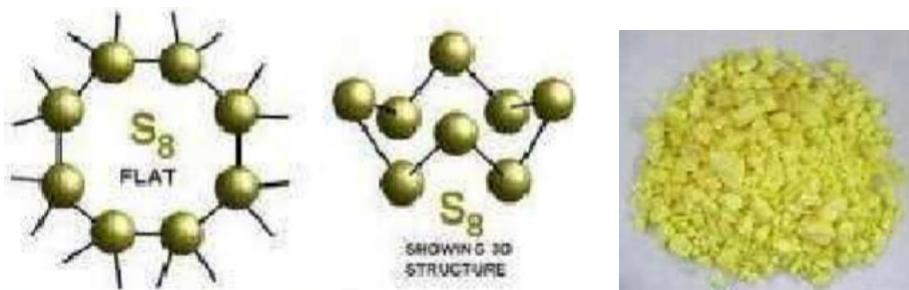


- 1) Sifat fisika natrium sulfit dengan struktur :

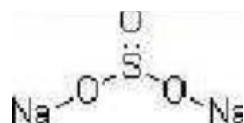


- Titik leleh (anhydrous)  $251,8^\circ\text{C}$
- Titik leleh (heptahidrat)  $33,4^\circ\text{C}$
- Densitas  $1,54 \text{ g/ml}$
- Padatan berwarna putih

- Sangat larut dalam air
- 2) Sifat kimia natrium sulfit:
- Massa molekul 284,0418 g/mol
  - Anhydrous : heksagonal
- 3) Sifat fisika balerang dengan struktur:



- Titik didih 444,6 °C
  - Titik leleh 115,21 °C
  - Densitas 2,07 g/ml
  - Padatan berwarna kuning Sifat kimia natrium sulfit:
  - Massa molekul 256 g/mol
  - Bisa bentuk siklik atau rantai lurus
- 4) Sifat fisika dan kimia natriun tiosulfat dengan struktur:



Sifat fisika natrium tiosulfat adalah berupa padatan putih dan larut dalam air, sedangkan sifat kimianya beracun, digunakan sebagai peakausi, larutan standar sekunder, dan mudah teroksidasi oleh udara.

### **1.3 Aplikasi Natrium Tiosulfat**

Adapun aplikasi dari natrium tiosulfat adalah:

- Sebagai pencuci film
- Pembuat larutan baku sekunder
- Sebagai anti klor (untuk mengganti sisa klor yang dapat merusak sisa tekstil)
- Dalam fotografi penyablonan larutan ini dikenal sebagai hipo fiksir (untuk melarutkan senyawa perak halide)
- Dalam bidang kedokteran digunakan sebagai penangkal keracunan sianida (bertindak sebagai donor sulfur untuk konvensi sianida tiosianat)
- Logam natrium sangat penting dalam fabrikasi senyawa ester dan dalam persiapan senyawa-senyawa organik. Logam ini dapat digunakan untuk memperbaiki struktur beberapa campuran logam, dan untuk memurnikan logam cair
- Campuran logam natrium dan kalium, NaK, juga merupakan agen *heat transfer* (transfusi panas) yang penting
- Senyawa natrium juga penting untuk industri-industri kertas, kaca, sabun, tekstil, minyak, kimia dan logam. Sabun biasanya merupakan garam natrium yang mengandung asam lemak tertentu. Pentingnya garam sebagai nutrisi bagi binatang telah diketahui sejak zaman purbakala.

### **1.4 Penyiapan Natrium Tiosulfat dan Kestabilannya**

Natrium tiosulfat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  mudah diperoleh dalam keadaan kemurnian tinggi, tetapi ada sedikit ketidakpastian akan kandungan air yang setepatnya, karena sifat efloresen (melapuk-lekang) dari garam itu dan karena alasan-alasan lain. Karena itu zat ini tidak sesuai sebagai larutan standar primer.

Ia merupakan zat pereduksi berdasarkan reaksi setengah sel :



Sebelum membahas penyiapan natrium tiosulfat, kita perlu membahas tentang kestabilan larutan – larutan tiosulfat. Larutan – larutan yang disiapkan dengan air konduktivitas adalah sempurna stabilnya. Namun, air suling biasa, biasanya mengandung karbondioksida berlebihan, ini dapat menyebabkan penguraian lambat yang disertai pembentukan belerang.



Penguraian dapat juga disebabkan oleh kerja bakteri(misal, thiobacillus thioparus), terutama jika larutan telah didiamkan beberapa lama. Karena alasan-alasan ini, maka dianjurkan sebagai berikut:

1. Siapkan larutan dengan air suling yang baru saja dididihkan.
2. Tambahkan 3 tetes kloroform atau 10 mg merkurium (II) iodida per liter, senyawaan-senyawaan ini memperbaiki daya tahan larutan. Aktivitas bakteri paling rendah bila pH terletak antara 9 dan 10.
3. Hindarkan singkapan terhadap cahaya, karena ia cenderung mempercepat penguraian.

Standarisasi larutan tiosulfat dapat dilakukan dengan kalium iodat, kalium dikromat, tembaga dan iod sebagai standar primer, atau dengan kalium permanganate atau serium (IV) sebagai standar sekunder.

### 1.5 Analisis Natrium Tiosulfat

Larutan-larutan encer tiosulfat (misalnya 0,001 M) dapat dititrasi dengan larutan encer iod (misalnya 0,005 M) pada voltase luar nol. Agar hasilnya memuaskan, larutan tiosulfat itu hendaknya berada dalam elektrolit pendukung yang berkadar kalium klorida 0,1 M dan kalium iodide 0,004 M. Pada kondisi ini tak terdeteksi arus difusi sampai titik

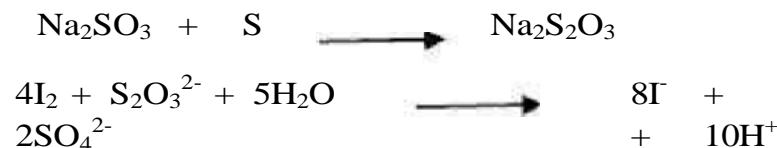
kesetaraan terlewati, pada saat mana kelebihan ion akan direduksi pada elektroda itu akan diperoleh grafik titrasi tipe L terbalik.

Dengan kalium iodat pro analisis mempunyai kemurnian sedikitnya 99,9 persen, ia dapat dikeringkan 120 ° C. Zat ini bereaksi dengan kalium iodide dalam larutan asam dengan membebaskan iod.



Ekuivalennya sebagai suatu zat pengoksida adalah 1/6 mol atau 214,00/6, maka suatu larutan 0,1 N mengandung 3,567 g kalium iodat per dm<sup>3</sup>. <sup>1</sup>"Vogel Kimia analisis Kuantitatif Anorganik" ( G.Svehla , 1979 : 439).

Natrium sulfat / Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> suatu zat padat putih dengan d = 1,73, tl=40–45 °C, terurai pada 48 °C. Mengalami disproporsionasi menghasilkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Na<sub>2</sub>S jika dipanaskan dan basah leleh atas lembab. Natrium tiosulfat dibuat lewat pemanasan / pendidihan Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> dengan kembang-kembang atau serbuk S, atau melewatkannya SO<sub>2</sub> ke dalam suspensi belerang dalam NaOH mendidih.



Dalam larutan yang netral, atau sedikit alkalin, oksidasi menjadi sulfat tidak muncul terutama jika iodine digunakan sebagai titran. Banyak agen pengoksidasi kuat, seperti garam permanganate. Garam dikromat, dan garam serium (IV), mengoksidasi tiosulfat menjadi sulfat, namun reaksi tidak kualitatif.

#### Allotropi belerang

Diantara bentuk fisik belerang yang berbeda, yang dapat diamati adalah:

- Belerang rombik ( $S\alpha$ ) yang mempunyai 16 cincin  $S_8$  dalam suatu unit sel dan berubah pada  $15,5^0$ .
- Belerang monoklinik ( $S\beta$ ). Belerang monosiklik dibayangkan mempunyai 6 cincin es dalam unit selnya. Mencair pada  $119^0C$ .
- Belerang cair ( $S\lambda$ ) yang terdiri dari molekul-molekul  $S_8$  suatu cairan kuning, tembus sinar dan bergerak. Tetapi pada  $160^0C$ , cincin  $S_8$  terbuka dan bergabung membentuk molekul berantai spiral yang panjang.
- Belerang cair ( $S\mu$ ) yang gelap warnanya, sangat kental. Cairan ini mendidih pada  $445^0C$ .
- Uap belerang,  $S_8$  yang terurai menjadi species yang semakin kecil dengan meningkatnya suhu.
- Belerang plastik terbentuk bila cairan  $S\mu$  dituangkan kedalam air dingin. Terdiri dari molekul seperti rantai dan mempunyai kualitas seperti karet ketika mula-mula terbentuk. Tetapi selanjutnya menjadi gampang rusak dan mungkin berubah menjadi belerang rombik

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Jasjfi,E. Austin, T. George. 1952. INDUSTRI PROSES KIMIA. Edisi Kelima.Jakarta. Erlangga.
- Svehla. G. 1979. VOGEL KIMIA ANALISA KUANTITATIF ANORGANIK.Jakarta : PT. Kalman Media Pusaka.
- Underwood.A.L & Day,R.A. 1998. ANALISA KIMIA KUANTITATIF.EdisiKeenam. Jakarta : Erlangga.

## **BAB III**

### **FOTOKIMIA REDUKSI ION BESI (III)**

#### **(Alifah Putri Maemunah)**

#### **A. Pengertian Reaksi Redoks Fotokimia**

**Reaksi redoks fotokimia** adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi atom atau ion yang diinduksi oleh cahaya. Cahaya diserap oleh salah satu reaktan, yang disebut **fotosensitizer**, dan energi cahayanya digunakan untuk mendorong reaksi redoks.

**Ciri-ciri reaksi redoks fotokimia:**

- Terjadi perubahan bilangan oksidasi atom atau ion.
- Diperlukan cahaya sebagai sumber energi.
- Melibatkan fotosensitizer yang menyerap cahaya.
- Reaksi dapat berlangsung secara langsung (unimolekuler) atau tidak langsung (bimolekuler).

**Contoh reaksi redoks fotokimia:**

- **Fotosintesis:** Cahaya matahari diserap oleh klorofil, dan energi cahayanya digunakan untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen.
- **Reaksi fotosintesis:** Cahaya matahari diserap oleh perak halida, dan energi cahayanya digunakan untuk mengubah perak halida menjadi perak dan halogen.
- **Bioluminesensi:** Cahaya dihasilkan oleh organisme hidup melalui reaksi kimia yang diinduksi oleh cahaya.

#### **Mekanisme Reaksi Redoks Fotokimia**

**Mekanisme reaksi redoks fotokimia** dapat dibagi menjadi tiga tahap:

1. **Penyerapan cahaya:** Fotosensitizer menyerap cahaya dan tereksitasikan ke keadaan energi yang lebih tinggi.
2. **Transfer energi:** Energi dari fotosensitizer ditransfer ke reaktan lain, yang menyebabkan terjadinya reaksi redoks.

3. **Degradasi energi:** Energi yang tersisa dari reaksi redoks dilepaskan sebagai panas atau cahaya.

#### **Dua jenis mekanisme utama:**

- **Mekanisme unimolekuler:** Fotosensitizer tereksitasi dan kemudian bereaksi langsung dengan reaktan lain.
- **Mekanisme bimolekuler:** Fotosensitizer tereksitasi dan kemudian mentransfer energinya ke molekul lain, yang disebut **sensitizer**, yang kemudian bereaksi dengan reaktan lain.

### **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Redoks Fotokimia**

#### **Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi redoks fotokimia:**

- **Intensitas cahaya:** Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin cepat reaksi berlangsung.
- **Panjang gelombang cahaya:** Panjang gelombang cahaya yang diserap oleh fotosensitizer harus sesuai dengan energi yang dibutuhkan untuk reaksi redoks.
- **Konsentrasi reaktan:** Semakin tinggi konsentrasi reaktan, semakin cepat reaksi berlangsung.
- **Suhu:** Semakin tinggi suhu, semakin cepat reaksi berlangsung.
- **pH:** pH larutan dapat mempengaruhi reaksi redoks fotokimia.

### **Penerapan Reaksi Redoks Fotokimia**

#### **Penerapan reaksi redoks fotokimia:**

- **Fotosintesis:** Fotosintesis adalah proses penting untuk kehidupan di bumi.
- **Fotografi:** Reaksi fotosintesis digunakan dalam fotografi untuk mengubah film atau sensor digital menjadi gambar.
- **Pemurnian air:** Reaksi fotokimia dapat digunakan untuk memurnikan air dengan mendegradasi polutan.
- **Produksi bahan kimia:** Reaksi fotokimia dapat digunakan untuk menghasilkan bahan kimia seperti vitamin D dan hidrogen.

## **Perbedaan Reaksi Redoks Fotokimia dan Non-Fotokimia**

**Reaksi redoks** adalah reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi atom atau ion. Reaksi redoks dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: **fotokimia** dan **non-fotokimia**.

Berikut adalah tabel perbedaan antara reaksi redoks fotokimia dan non-fotokimia:

Kriteria	Reaksi Redoks Fotokimia	Reaksi Redoks Non-Fotokimia
<b>Sumber energi</b>	Cahaya	Energi panas, kimia, atau listrik
<b>Peran cahaya</b>	Diperlukan untuk memulai reaksi	Tidak diperlukan
<b>Mekanisme</b>	Terjadi melalui penyerapan cahaya oleh fotosensitizer	Terjadi melalui transfer elektron langsung
<b>Contoh</b>	Fotosintesis, fotografi, bioluminesensi	Reaksi respirasi sel, korosi logam, elektrolisis

Berikut adalah penjelasan lebih detail tentang perbedaan-perbedaan tersebut:

### **Sumber energi:**

- **Reaksi redoks fotokimia:** Cahaya adalah sumber energi yang dibutuhkan untuk memulai reaksi. Cahaya diserap oleh fotosensitizer, yang kemudian tereksitasi ke keadaan energi yang lebih tinggi. Energi dari fotosensitizer kemudian digunakan untuk mendorong reaksi redoks.
- **Reaksi redoks non-fotokimia:** Energi panas, kimia, atau listrik dapat digunakan untuk memulai reaksi.

### **Peran cahaya:**

- **Reaksi redoks fotokimia:** Cahaya diperlukan untuk memulai reaksi. Tanpa cahaya, reaksi tidak akan berlangsung.
- **Reaksi redoks non-fotokimia:** Cahaya tidak diperlukan untuk memulai reaksi.

### **Mekanisme:**

- **Reaksi redoks fotokimia:** Mekanisme reaksi redoks fotokimia melibatkan tiga tahap:
  1. Penyerapan cahaya: Fotosensitizer menyerap cahaya dan tereksitasi ke keadaan energi yang lebih tinggi.
  2. Transfer energi: Energi dari fotosensitizer ditransfer ke reaktan lain, yang menyebabkan terjadinya reaksi redoks.
  3. Degradasi energi: Energi yang tersisa dari reaksi redoks dilepaskan sebagai panas atau cahaya.
- **Reaksi redoks non-fotokimia:** Mekanisme reaksi redoks non-fotokimia melibatkan transfer elektron langsung antara dua reaktan.

**Contoh:**

- **Reaksi redoks fotokimia:** Fotosintesis, fotografi, bioluminesensi.
- **Reaksi redoks non-fotokimia:** Reaksi respirasi sel, korosi logam, elektrolisis.

### Contoh-Contoh Reaksi Redoks Fotokimia

**Reaksi redoks fotokimia** adalah jenis reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi atom atau ion yang diinduksi oleh cahaya. Cahaya diserap oleh salah satu reaktan, yang disebut **fotosensitizer**, dan energi cahayanya digunakan untuk mendorong reaksi redoks.

Berikut adalah beberapa contoh reaksi redoks fotokimia:

#### 1. Fotosintesis:

- Fotosintesis adalah proses penting untuk kehidupan di bumi.
- Dalam fotosintesis, energi cahaya matahari diserap oleh klorofil, yang merupakan fotosensitizer.
- Energi cahaya digunakan untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen.
- Reaksi redoks yang terjadi dalam fotosintesis adalah:  
$$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{cahaya} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$

#### 2. Fotografi:

- Fotografi adalah proses menangkap gambar dengan menggunakan cahaya.

- Dalam fotografi, film atau sensor digital dilapisi dengan fotosensitizer, seperti perak halida.
- Ketika cahaya mengenai fotosensitizer, terjadi reaksi redoks yang mengubah perak halida menjadi perak dan halogen.
- Perak kemudian membentuk gambar pada film atau sensor digital.

### **3. Bioluminesensi:**

- Bioluminesensi adalah emisi cahaya oleh organisme hidup.
- Cahaya dihasilkan oleh reaksi kimia yang diinduksi oleh cahaya.
- Reaksi redoks yang terjadi dalam bioluminesensi adalah:  
 $\text{Luciferin} + \text{O}_2 + \text{ATP} \rightarrow \text{Oxyluciferin} + \text{CO}_2 + \text{cahaya}$

### **4. Reaksi fotosintesis:**

- Reaksi fotosintesis adalah proses pemecahan air menjadi hidrogen dan oksigen.
- Reaksi ini diinduksi oleh cahaya dan dikatalisis oleh fotosensitizer, seperti titanium dioksida.
- Reaksi redoks yang terjadi dalam reaksi fotosintesis adalah:  
 $2\text{H}_2\text{O} + \text{cahaya} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

### **5. Degradasi polutan:**

- Reaksi fotokimia dapat digunakan untuk memurnikan air dengan mendegradasi polutan.
- Fotosensitizer, seperti titanium dioksida, dapat digunakan untuk mendegradasi polutan organik seperti pestisida dan senyawa aromatik polisiklik.
- Reaksi redoks yang terjadi dalam degradasi polutan adalah:  
 $\text{Polutan} + \text{cahaya} + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Produk yang tidak berbahaya}$

**Contoh-contoh di atas hanyalah beberapa contoh dari banyak reaksi redoks fotokimia yang ada.** Reaksi redoks fotokimia memiliki banyak aplikasi dalam berbagai bidang, seperti fotosintesis, fotografi, bioluminesensi, dan pemurnian air.

### **Sifat-sifat ion besi (III):**

- **Warna:** Larutan yang mengandung ion besi (III) berwarna kuning atau coklat.

- **Keasaman:** Ion besi (III) bersifat asam dan dapat bereaksi dengan basa untuk menghasilkan garam besi (III).
- **Kelarutan:** Ion besi (III) tidak larut dalam air, tetapi larut dalam asam kuat seperti asam klorida dan asam sulfat.
- **Oksidasi:** Ion besi (III) merupakan agen pengoksidasi kuat dan dapat mengoksidasi banyak zat lain.
- **Kompleksasi:** Ion besi (III) dapat membentuk kompleks dengan berbagai ligan, seperti ion klorida, ion sulfat, dan ion EDTA.

**Contoh reduksi ion besi (III):**

- **Reaksi dengan logam:**  

$$\text{Fe}^{3+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$$
- **Reaksi dengan ion tiosulfat:**  

$$2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 3\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$$
- **Reaksi dengan vitamin C:**  

$$2\text{Fe}^{3+} + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}^{+}$$

**Aplikasi reduksi ion besi (III):**

- **Analisis kimia:** Reduksi ion besi (III) dapat digunakan untuk menentukan kadar ion besi (III) dalam suatu sampel.
- **Sintesis senyawa:** Reduksi ion besi (III) dapat digunakan untuk mensintesis senyawa-senyawa besi (II).
- **Pengolahan air:** Reduksi ion besi (III) dapat digunakan untuk menghilangkan ion besi (III) dari air.

**Reduksi ion besi (III) merupakan proses yang penting dalam berbagai bidang, seperti kimia, biologi, dan ilmu material.**

**Reduksi Ion Besi (III) secara Kimia dan Fotokimia**

**Reduksi ion besi (III)** adalah proses penambahan elektron pada ion besi (III),  $\text{Fe}^{3+}$ , sehingga menghasilkan ion besi (II),  $\text{Fe}^{2+}$ . Reaksi ini dapat terjadi secara kimia dan fotokimia.

### **Reduksi Kimia Ion Besi (III)**

- **Reduktor:** Reduksi ion besi (III) secara kimia dapat terjadi dengan bantuan reduktor. Reduktor adalah zat yang dapat memberikan elektron kepada ion besi (III). Contoh reduktor yang umum digunakan adalah:
  - Logam seperti magnesium dan seng
  - Ion tiosulfat ( $S_2O_3^{2-}$ )
  - Ion sulfida ( $S^{2-}$ )
  - Vitamin C ( $C_6H_8O_6$ )
- **Asam:** Reduksi ion besi (III) secara kimia biasanya dilakukan dalam larutan asam. Asam membantu melarutkan ion besi (III) dan meningkatkan kecepatan reaksi.

#### **Contoh Reduksi Kimia Ion Besi (III):**

- **Reaksi dengan logam:**  
 $Fe^{3+} + Mg \rightarrow Fe^{2+} + Mg^{2+}$
- **Reaksi dengan ion tiosulfat:**  
 $2Fe^{3+} + 3S_2O_3^{2-} \rightarrow 2Fe^{2+} + 3S_4O_6^{2-}$
- **Reaksi dengan vitamin C:**  
 $2Fe^{3+} + C_6H_8O_6 \rightarrow 2Fe^{2+} + C_6H_6O_6 + 2H^+$

### **Reduksi Fotokimia Ion Besi (III):**

- **Cahaya:** Reduksi ion besi (III) secara fotokimia dapat terjadi dengan bantuan cahaya. Cahaya dengan energi yang cukup dapat tereksitasi ion besi (III) dan membuatnya lebih mudah untuk direduksi.
- **Fotosensitizer:** Reduksi fotokimia ion besi (III) biasanya dilakukan dengan bantuan fotosensitizer. Fotosensitizer adalah zat yang dapat menyerap cahaya dan mentransfer energinya ke ion besi (III). Contoh fotosensitizer yang umum digunakan adalah:
  - Semikonduktor seperti titanium dioksida ( $TiO_2$ )
  - Senyawa kompleks logam seperti tris(bipiridil)rutenium(II)

#### **Contoh Reduksi Fotokimia Ion Besi (III):**

- **Reaksi dengan semikonduktor:**  
 $Fe^{3+} + TiO_2 + \text{cahaya} \rightarrow Fe^{2+} + TiO_2(e^-)$

- **Reaksi dengan senyawa kompleks logam:**  

$$\text{Fe}^{3+} + [\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+} + \text{cahaya} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + [\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{3+}$$

**Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reduksi Ion Besi (III):**

- **Konsentrasi ion besi (III):** Semakin tinggi konsentrasi ion besi (III), semakin cepat reaksi reduksi berlangsung.
- **Konsentrasi reduktor:** Semakin tinggi konsentrasi reduktor, semakin cepat reaksi reduksi berlangsung.
- **Jenis reduktor:** Jenis reduktor yang digunakan dapat mempengaruhi kecepatan dan hasil reaksi reduksi.
- **Asam:** Keasaman larutan dapat mempengaruhi kecepatan dan hasil reaksi reduksi.
- **Cahaya:** Intensitas dan panjang gelombang cahaya dapat mempengaruhi kecepatan dan hasil reaksi reduksi fotokimia.
- **Fotosensitizer:** Jenis fotosensitizer yang digunakan dapat mempengaruhi kecepatan dan hasil reaksi reduksi fotokimia.

**Reduksi ion besi (III) merupakan proses yang penting dalam berbagai bidang, seperti kimia, biologi, dan ilmu material.**

### Fotosintesis sebagai Contoh Reaksi Redoks Fotokimia

**Fotosintesis** adalah proses konversi energi cahaya menjadi energi kimia yang terjadi pada tumbuhan dan beberapa bakteri. Fotosintesis merupakan contoh **reaksi redoks fotokimia**, di mana cahaya matahari digunakan untuk mendorong reaksi redoks.

**Reaksi redoks** adalah reaksi yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi atom atau ion. Dalam fotosintesis, terjadi dua reaksi redoks utama:

#### 1. Reaksi terang:

- Cahaya matahari diserap oleh klorofil, pigmen hijau yang terdapat pada daun tumbuhan.
- Energi cahaya digunakan untuk memecah air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ).

- Hidrogen kemudian digunakan untuk menghasilkan NADPH, pembawa elektron, dan ATP, sumber energi sel.
- Oksigen dilepaskan ke atmosfer.

## **2. Reaksi gelap:**

- NADPH dan ATP yang dihasilkan pada reaksi terang digunakan untuk mengikat karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan menghasilkan glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), gula yang merupakan sumber energi tumbuhan.

### **Peran Ion Besi dalam Fotosintesis:**

- **Ion besi (Fe)** memainkan peran penting dalam fotosintesis, yaitu:
  - Sebagai bagian dari klorofil, ion besi membantu penyerapan cahaya matahari.
  - Ion besi terlibat dalam transfer elektron pada fotosistem I dan II, yang merupakan kompleks protein yang berperan dalam reaksi terang.
  - Ion besi membantu dalam pengikatan  $\text{CO}_2$  pada reaksi gelap.

### **Fotosintesis Buatan:**

**Fotosintesis buatan** adalah proses konversi energi cahaya menjadi energi kimia yang meniru fotosintesis alami. Para ilmuwan berusaha mengembangkan sistem fotosintesis buatan untuk menghasilkan bahan bakar terbarukan dan bahan kimia lainnya.

### **Pendekatan utama dalam fotosintesis buatan:**

- **Sistem fotosensitif:** Sistem ini terdiri dari bahan yang dapat menyerap cahaya matahari dan menghasilkan pembawa elektron.
- **Katalis:** Katalis digunakan untuk menguraikan air dan menghasilkan hidrogen dan oksigen.
- **Fiksasi  $\text{CO}_2$ :** Sistem ini digunakan untuk mengikat  $\text{CO}_2$  dan menghasilkan bahan bakar atau bahan kimia lainnya.

### **Tantangan dalam fotosintesis buatan:**

- Mengembangkan sistem fotosensitif yang efisien dan murah.
- Mengembangkan katalis yang stabil dan aktif.
- Mengembangkan sistem fiksasi  $\text{CO}_2$  yang efisien.

**Fotosintesis buatan** memiliki potensi besar untuk menyediakan sumber energi yang bersih dan berkelanjutan.

## Spektrofotometri

**Spektrofotometri** adalah teknik analisis instrumental yang digunakan untuk mengukur absorpsi radiasi elektromagnetik oleh suatu zat. Radiasi elektromagnetik yang digunakan dapat berupa sinar ultraviolet (UV), tampak, atau inframerah (IR).

### Prinsip Spektrofotometri:

- **Spektrofotometer:** Spektrofotometer adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur absorpsi radiasi elektromagnetik oleh suatu zat. Spektrofotometer terdiri dari sumber radiasi, monokromator, kuvet, detektor, dan penguat sinyal.
- **Absorpsi:** Ketika radiasi elektromagnetik mengenai suatu zat, beberapa radiasi dapat diserap oleh zat tersebut. Jumlah radiasi yang diserap tergantung pada konsentrasi zat dan panjang gelombang radiasi.
- **Hukum Beer-Lambert:** Hukum Beer-Lambert menyatakan bahwa absorbansi ( $A$ ) suatu zat berbanding lurus dengan konsentrasi ( $c$ ) zat tersebut dan panjang jalan ( $l$ ) radiasi melalui zat tersebut.

### Penggunaan Spektrofotometri untuk Menganalisis Konsentrasi Ion Besi (III):

- **Spektrofotometri UV-Vis:** Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi ion besi (III) dengan mengukur absorpsi radiasi UV-Vis oleh ion besi (III). Ion besi (III) memiliki absorpsi maksimum pada panjang gelombang 420 nm.
- **Prosedur:**
  - Siapkan larutan standar ion besi (III) dengan konsentrasi yang diketahui.
  - Siapkan larutan sampel yang ingin dianalisis konsentrasi ion besi (III)-nya.
  - Ukur absorbansi larutan standar dan larutan sampel pada panjang gelombang 420 nm.

- Gunakan Hukum Beer-Lambert untuk menghitung konsentrasi ion besi (III) dalam larutan sampel.

#### **Keuntungan Spektrofotometri:**

- **Sensitif:** Spektrofotometri dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi zat yang sangat rendah.
- **Akurat:** Spektrofotometri adalah teknik analisis yang akurat.
- **Reproduktif:** Spektrofotometri adalah teknik analisis yang reproduktif.
- **Serbaguna:** Spektrofotometri dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis zat.

#### **Kekurangan Spektrofotometri:**

- **Membutuhkan instrumen yang mahal:** Spektrofotometer adalah instrumen yang mahal.
- **Membutuhkan keterampilan teknis:** Spektrofotometri membutuhkan keterampilan teknis untuk mengoperasikan instrumen dan menganalisis data.
- **Tergantung pada panjang gelombang:** Spektrofotometri hanya dapat digunakan untuk menganalisis zat yang memiliki absorpsi pada panjang gelombang tertentu.

**Spektrofotometri** adalah teknik analisis yang penting dalam berbagai bidang, seperti kimia, biologi, dan farmasi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Fotokimia - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas:  
<https://id.wikipedia.org/wiki/Fotokimia>
- Reaksi Redoks: Pengertian, Fungsi, Ciri, dan Contoh:  
<https://fatek.umsu.ac.id/reaksi-redoks-pengertian-fungsi-ciri-dan-contoh/>
- Penurunan kosentrasi surfactan pada limbah detergen dengan proses photokatalitik sinar uv: <https://core.ac.uk/download/pdf/12218195.pdf>
- STUDI PENURUNAN ION TEMBAGA PADA SAMPEL LIMBAH BUATAN DENGAN FOTOKATALIS TiO<sub>2</sub> DAN PARAMETER:  
<https://purifikasi.id/index.php/purifikasi/article/download/270/232>
- <http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- <https://www.britannica.com/science/photosynthesis>
- <http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>

## BAB IV

### PEMBUATAN GARAM KOMPLEKS DAN GARAM RANGKAP (Alifah Putri Maemunah)

**Garam kompleks** merupakan senyawa yang mengandung ion kompleks, yaitu ion yang tersusun dari ion logam pusat yang dikelilingi oleh ligan. **Garam rangkap** adalah senyawa yang tersusun dari dua atau lebih garam yang terkristalisasi bersama-sama dengan perbandingan mol tertentu.

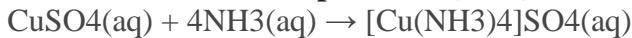
#### Pembuatan Garam Kompleks

Garam kompleks dapat dibuat dengan beberapa cara, antara lain:

##### 1. Reaksi Substitusi Liganda

Metode ini melibatkan reaksi antara ion logam dengan ligan. Contohnya:

- **Pembentukan ion kompleks  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$**



Reaksi substitusi ligan adalah jenis reaksi kimia di mana ligan dalam kompleks logam digantikan oleh ligan lain. Ligan adalah ion atau molekul yang berikatan dengan ion logam pusat. Reaksi substitusi ligan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

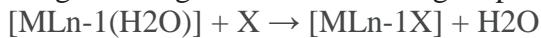
##### 1. Reaksi Substitusi Disosiatif:

Dalam mekanisme disosiatif, ligan terlepas dari ion logam pusat sebelum ligan masuk mengikat. Ini adalah proses dua langkah:

1. Disosiasi ligan dari ion logam pusat:

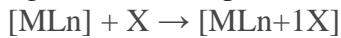


2. Pengikatan ligan masuk ke ion logam pusat:



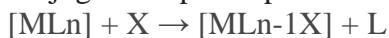
##### 2. Reaksi Substitusi Asosiatif:

Dalam mekanisme asosiatif, ligan masuk mengikat ke ion logam pusat sebelum ligan keluar terlepas. Ini adalah proses satu langkah:



##### 3. Reaksi Substitusi Interchange:

Dalam mekanisme interchange, ligan masuk dan ligan keluar secara bersamaan. Ini juga merupakan proses satu langkah:



#### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi Substitusi Liganda:

- **Sifat ligan:** Ligan yang lebih kuat akan menggantikan ligan yang lebih lemah dengan lebih mudah.
  - **Sifat ion logam pusat:** Ion logam pusat yang lebih kecil dan bermuatan lebih tinggi akan bereaksi lebih cepat dengan ligan.
  - **Kondisi reaksi:** Suhu dan pH yang lebih tinggi akan meningkatkan laju reaksi.  
**Contoh Reaksi Substitusi Liganda:**
  - **Reaksi antara ion tembaga(II) dan amonia:**  

$$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 6\text{H}_2\text{O}$$
  - **Reaksi antara ion besi(III) dan sianida:**  

$$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 6\text{CN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + 6\text{H}_2\text{O}$$
  - **Reaksi antara ion perak(I) dan etilenadiamin:**  

$$[\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2]^{+} + \text{en} \rightarrow [\text{Ag}(\text{en})_2]^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- Aplikasi Reaksi Substitusi Liganda:**

Reaksi substitusi ligan memiliki banyak aplikasi dalam kimia, termasuk:

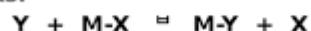
- **Sintesis senyawa kompleks:** Reaksi substitusi ligan dapat digunakan untuk mensintesis senyawa kompleks dengan sifat yang diinginkan.
- **Analisis kimia:** Reaksi substitusi ligan dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi ion logam dalam larutan.
- **Katalisis:** Reaksi substitusi ligan dapat digunakan untuk mengkatalisis reaksi kimia.

**Gambar:**

## REAKSI SUBSTITUSI LIGAN

**Senyawa Kompleks BK 6**

**Reaksi**



**Ket :**

**X = Gugus tersingkir (leaving group)**

**Y = Gugus penerima (entering)**

Gambar tersebut menunjukkan contoh reaksi substitusi ligan antara ion tembaga(II) dan amonia. Ion tembaga(II) berwarna biru, dan amonia berwarna tidak berwarna. Dalam reaksi, empat molekul amonia menggantikan enam molekul air dalam kompleks ion tembaga(II). Produknya adalah kompleks ion tembaga(II) berwarna biru tetrakis(amonia).

## 2. Reaksi Redoks

Metode ini melibatkan reaksi redoks antara ion logam dan ligan. Contohnya:

- **Pembentukan ion kompleks  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ :**  

$$\text{FeCl}_3(\text{aq}) + 6\text{KCN}(\text{aq}) \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}(\text{aq}) + 3\text{KCl}(\text{aq})$$

## **Reaksi Redoks dalam Pembentukan Ion Kompleks $[Fe(CN)_6]^{4-}$**

### **Penjelasan:**

Reaksi pembentukan ion kompleks  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  merupakan contoh klasik reaksi redoks. Berikut adalah penjelasan detailnya:

#### **1. Persamaan Reaksi:**

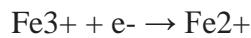


#### **2. Identifikasi Redoks:**

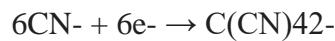
- **Zat yang teroksidasi:**  $Fe^{3+}$  dalam  $FeCl_3$
- **Zat yang tereduksi:**  $CN^-$  dalam  $KCN$

#### **3. Penjelasan Redoks:**

- **$Fe^{3+}$  teroksidasi menjadi  $Fe^{2+}$ :**



- **$CN^-$  tereduksi menjadi  $C(CN)_4^{2-}$ :**



#### **4. Kesetimbangan Redoks:**

Persamaan redoks keseluruhan dapat ditulis sebagai berikut:



#### **5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi:**

- **Konsentrasi reagen:** Konsentrasi  $FeCl_3$  dan  $KCN$  yang lebih tinggi akan meningkatkan laju reaksi.
- **Suhu:** Suhu yang lebih tinggi akan meningkatkan laju reaksi.
- **pH:** pH yang lebih tinggi akan menghambat reaksi.

#### **6. Aplikasi Reaksi:**

- **Analisis kimia:** Reaksi ini dapat digunakan untuk analisis kuantitatif  $Fe^{3+}$  dalam sampel.

- **Sintesis senyawa kompleks:** Reaksi ini dapat digunakan untuk mensintesis senyawa kompleks  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  yang memiliki berbagai aplikasi.

## 7. Kesimpulan:

Reaksi pembentukan ion kompleks  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  merupakan contoh penting reaksi redoks dalam kimia. Reaksi ini memiliki banyak aplikasi dalam analisis kimia dan sintesis senyawa kompleks.

### Gambar:

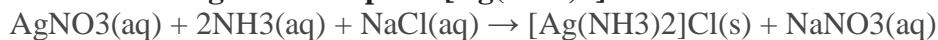


Gambar tersebut menunjukkan diagram alir reaksi redoks pembentukan ion kompleks  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ .  $Fe^{3+}$  (merah) dalam  $FeCl_3$  teroksidasi menjadi  $Fe^{2+}$  (kuning) dalam  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ .  $CN^-$  (biru) dalam  $KCN$  tereduksi menjadi  $C(CN)_4^{2-}$  (hijau) dalam  $[Fe(CN)_6]^{4-}$ .

## 3. Pengendapan

Metode ini melibatkan penambahan reagensia yang dapat mengendapkan ion kompleks. Contohnya:

- **Pembentukan garam kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$**

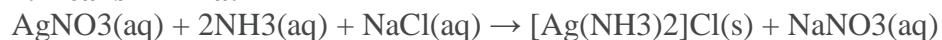


**Pembentukan Garam Kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  melalui Pengendapan**

### Penjelasan:

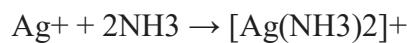
Pembentukan garam kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  melalui pengendapan merupakan contoh penerapan prinsip kesetimbangan kimia dan kelarutan. Berikut adalah penjelasan detailnya:

**1. Reaksi Kimia:**

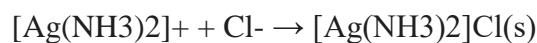


**2. Mekanisme Reaksi:**

- **Pembentukan ion kompleks:**



- **Pengendapan:**



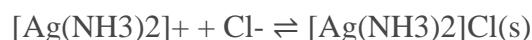
**3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi:**

- **Konsentrasi reagen:** Konsentrasi  $AgNO_3$ ,  $NH_3$ , dan  $NaCl$  yang lebih tinggi akan meningkatkan hasil  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ .
- **Suhu:** Suhu yang lebih rendah akan meningkatkan hasil  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ .
- **pH:** pH yang lebih tinggi akan menghambat pembentukan  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ .

**4. Kesetimbangan Kimia:**

Reaksi pembentukan  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  merupakan reaksi kesetimbangan.

Persamaan kesetimbangannya:



**5. Kelarutan:**

$[Ag(NH_3)_2]Cl$  memiliki kelarutan yang lebih rendah dibandingkan  $AgCl$ . Hal ini menyebabkan  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  mengendap.

**6. Aplikasi Reaksi:**

- **Analisis kimia:** Reaksi ini dapat digunakan untuk analisis kuantitatif  $Ag^+$  dalam sampel.

- **Sintesis senyawa kompleks:** Reaksi ini dapat digunakan untuk mensintesis garam kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ .

## 7. Kesimpulan:

Pembentukan garam kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  melalui pengendapan merupakan contoh penting penerapan kesetimbangan kimia dan kelarutan dalam kimia. Reaksi ini memiliki banyak aplikasi dalam analisis kimia dan sintesis senyawa kompleks.

### Gambar:

Cl melalui Pengendapan]

Perbedaan senyawa kompleks (garam kompleks) dan garam rangkap:

Name : Devi Nurvya Andiyati

Nim : 1730200824

Garam yang terdiri dari ikatan campuran sejumlah molekul atau lebih besar ikatan disebut garam rangkap. Sedangkan garam-garam yang mengandung ion-ion kompleks dikatakan sebagai senyawa koordinasi atau senyawa kompleks, misalnya hexaamminakalium(II) klorida  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$  dan kalium heksaazotoferrat(III)  $K_2Fe(CN)_6$ . Sifat-sifat kompleks diantaranya akan menjadi pengaruh atau dorongan, sehingga akhirnya terbentuk kesetimbangan antara kompleks yang terdiri (tidak berdisosiasi), komponen-komponennya misalnya :



Sebuah zat cari jika didinginkan, terjadi gerakan translasi molekul-molekul menjadi lebih leluh dan gaya tarik molekul-molekul makin besar hingga akhirnya mengikatkan molekul-molekul tersebut dalam ikatan. Partikel yang terbentuk pada kristalisasi disebut partikel pengikatan. Selama pengikatan terjadi kesetimbangan dan akhirnya terjadi tadi pengikatan selesa:

Salah satu contoh garam rangkap yaitu  $FeSO_4 \cdot NH_4SO_4 \cdot H_2O$  dan

Gambar tersebut menunjukkan diagram pembentukan garam kompleks  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ .  $Ag^+$  (merah) dalam  $AgNO_3$  bereaksi dengan  $NH_3$  (biru) untuk membentuk ion kompleks  $[Ag(NH_3)_2]^+$  (ungu). Ion kompleks  $[Ag(NH_3)_2]^+$  bereaksi dengan  $Cl^-$  (hijau) untuk membentuk endapan  $[Ag(NH_3)_2]Cl$  (putih).

### Pembuatan Garam Rangkap

Garam rangkap dapat dibuat dengan beberapa cara, antara lain:

#### 1. Kristalisasi

Metode ini melibatkan kristalisasi campuran larutan dua garam dengan perbandingan mol tertentu. Contohnya:

- **Pembuatan garam rangkap  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**   
$$K_2SO_4(aq) + Al_2(SO_4)_3(aq) + 12H_2O(l) \rightarrow KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O(s)$$

## Pembuatan Garam Rangkap dengan Metode Kristalisasi

### Penjelasan:

Metode kristalisasi merupakan salah satu cara umum untuk membuat garam rangkap. Berikut adalah penjelasan detail mengenai pembuatan garam rangkap  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  dengan metode kristalisasi:

### 1. Prinsip Dasar:

Metode kristalisasi memanfaatkan sifat kelarutan garam yang berbeda-beda. Ketika dua garam dengan perbandingan mol tertentu dicampurkan dan diuapkan, garam rangkap dengan kelarutan yang lebih rendah akan mengkristal terlebih dahulu.

### 2. Prosedur Pembuatan:

- Campurkan larutan  $K_2SO_4$  dan  $Al_2(SO_4)_3$  dengan perbandingan mol 1:1.
- Panaskan larutan campuran hingga sebagian besar air menguap.
- Dinginkan larutan secara perlahan.
- Kristal  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  akan terbentuk dan dapat dipisahkan dari larutan dengan penyaringan.

### 3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi:

- **Perbandingan mol:** Perbandingan mol yang tepat antara kedua garam sangat penting untuk memastikan pembentukan garam rangkap.
- **Suhu:** Suhu yang tinggi akan meningkatkan laju penguapan air, namun suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dekomposisi garam rangkap.
- **Kecepatan pendinginan:** Pendinginan yang lambat akan menghasilkan kristal yang lebih besar dan lebih sempurna.

### 4. Keuntungan dan Kekurangan:

#### Keuntungan:

- Mudah dilakukan
- Biaya relatif murah
- Hasil yang diperoleh cukup murni

**Kekurangan:**

- Membutuhkan waktu yang lama
- Kemungkinan terbentuknya garam rangkap dengan komposisi yang berbeda

**5. Contoh Lain:**

Metode kristalisasi juga dapat digunakan untuk membuat garam rangkap lainnya, seperti:

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**6. Kesimpulan:**

Metode kristalisasi merupakan cara yang mudah dan murah untuk membuat garam rangkap. Namun, metode ini membutuhkan waktu yang lama dan kemungkinan terbentuknya garam rangkap dengan komposisi yang berbeda.

**Gambar:**

Gambar tersebut menunjukkan diagram pembuatan garam rangkap  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  dengan metode kristalisasi. Larutan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dicampurkan dan diuapkan hingga sebagian besar air menguap. Kristal  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  akan terbentuk dan dapat dipisahkan dari larutan dengan penyaringan.

**2. Kopresipitasi**

Metode ini melibatkan penambahan reagensia yang dapat mengendapkan kedua garam secara bersama-sama. Contohnya:

- **Pembuatan garam rangkap  $\text{BaSO}_4 \cdot \text{SrSO}_4$**



### **Pembuatan Garam Rangkap dengan Metode Kopresipitasi**

#### **Penjelasan:**

Metode kopresipitasi merupakan cara lain untuk membuat garam rangkap. Berikut adalah penjelasan detail mengenai pembuatan garam rangkap  $\text{BaSO}_4 \cdot \text{SrSO}_4$  dengan metode kopresipitasi:

#### **1. Prinsip Dasar:**

Metode kopresipitasi memanfaatkan sifat kelarutan garam yang berbeda-beda. Ketika reagensia ditambahkan ke dalam larutan campuran dua garam, kedua garam akan mengendap secara bersama-sama.

#### **2. Prosedur Pembuatan:**

- Campurkan larutan  $\text{BaCl}_2$  dan  $\text{SrCl}_2$  dengan perbandingan mol 1:1.
- Tambahkan larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  secara perlahan sambil diaduk.
- Endapan  $\text{BaSO}_4 \cdot \text{SrSO}_4$  akan terbentuk dan dapat dipisahkan dari larutan dengan penyaringan.

#### **3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi:**

- **Perbandingan mol:** Perbandingan mol yang tepat antara kedua garam sangat penting untuk memastikan pembentukan garam rangkap.
- **pH:** pH larutan harus diatur agar kedua garam dapat mengendap secara bersama-sama.
- **Kecepatan penambahan reagen:** Penambahan reagen yang lambat akan menghasilkan endapan yang lebih halus dan lebih homogen.

#### **4. Keuntungan dan Kekurangan:**

##### **Keuntungan:**

- Mudah dilakukan
- Biaya relatif murah
- Hasil yang diperoleh cukup murni

##### **Kekurangan:**

- Kemungkinan terbentuknya endapan yang terkontaminasi
- Membutuhkan waktu yang lama untuk memisahkan endapan

### **5. Contoh Lain:**

Metode kopresipitasi juga dapat digunakan untuk membuat garam rangkap lainnya, seperti:

- $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
- $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{SrC}_2\text{O}_4$
- $\text{AgCl} \cdot \text{PbCl}_2$

### **6. Kesimpulan:**

Metode kopresipitasi merupakan cara yang mudah dan murah untuk membuat garam rangkap. Namun, metode ini membutuhkan waktu yang lama untuk memisahkan endapan dan kemungkinan terbentuknya endapan yang terkontaminasi.

### **Perbedaan Garam Kompleks dan Garam Rangkap**

Sifat	Garam Kompleks	Garam Rangkap
Komposisi	Mengandung ion kompleks	Mengandung dua atau lebih garam
Ikatan	Ikatan kovalen koordinasi	Ikatan ion
Warna	Berwarna	Biasanya tidak berwarna
Kelarutan	Larut dalam air	Kelarutan bervariasi
Sifat magnetik	Bersifat magnetik	Biasanya tidak magnetik

### **Contoh Garam Kompleks dan Garam Rangkap**

#### **Garam Kompleks:**

- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

#### **Garam Rangkap:**

- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- $\text{BaSO}_4 \cdot \text{SrSO}_4$
- $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

## DAFTAR PUSTAKA

- Wikipedia - Garam kompleks: [https://id.wikipedia.org/wiki/Garam\\_kompleks](https://id.wikipedia.org/wiki/Garam_kompleks)
- Wikipedia - Garam rangkap: [https://id.wikipedia.org/wiki/Garam\\_rangkap](https://id.wikipedia.org/wiki/Garam_rangkap)
- Kimia Dasar - Reaksi Redoks:  
<http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- Jurnal Kimia Unpad - Reaksi Redoks dalam Kimia Koordinasi:  
<http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- Wikipedia - Kesetimbangan Kimia:  
<http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- Kimia Dasar - Kesetimbangan Kimia:  
<http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- Jurnal Kimia Unpad - Pengendapan dalam Kimia Analisis:  
<http://repository.unika.ac.id/13294/5/12.60.0248%20Christina%20Thiveny%20Putrianti%20BAB%20IV.pdf>
- Wikipedia - Garam Rangkap: [https://id.wikipedia.org/wiki/Garam\\_%28kimia%29](https://id.wikipedia.org/wiki/Garam_%28kimia%29)
- Kimia Dasar - Garam Rangkap:  
[https://www.academia.edu/36064926/Garam\\_rangkap\\_and\\_garam\\_kompleks](https://www.academia.edu/36064926/Garam_rangkap_and_garam_kompleks)
- Jurnal Kimia Unpad - Pembuatan Garam Rangkap:  
<http://eprints.undip.ac.id/27972/1/BA-MIPAKIMIA02.pdf>
- Wikipedia - Garam Rangkap: [https://id.wikipedia.org/wiki/Garam\\_%28kimia%29](https://id.wikipedia.org/wiki/Garam_%28kimia%29)
- Kimia Dasar - Garam Rangkap:  
[https://www.academia.edu/36064926/Garam\\_rangkap\\_and\\_garam\\_kompleks](https://www.academia.edu/36064926/Garam_rangkap_and_garam_kompleks)
- Jurnal Kimia Unpad - Pembuatan Garam Rangkap:  
<http://eprints.undip.ac.id/27972/1/BA-MIPAKIMIA02.pdf>

## **BAB V**

### **PENENTUAN BILANGAN KOORDINASI KOMPLEKS TEMBAGA II**

#### **(Alifa Mustaghfira F)**

#### **A. PENGERTIAN BILANGAN KOORDINASI**

Bilangan koordinasi adalah jumlah atom tetangga yang bersebelahan dengan suatu atom pusat di dalam sebuah molekul atau kristal. Cara menentukan bilangan koordinasi tidak sama untuk molekul dan kristal. Untuk molekul dan ion poliatomik, bilangan koordinasi suatu atom ditentukan dengan menghitung jumlah atom yang terikat dengan atom pusat, menggunakan ikatan tunggal atau ganda. Contohnya, di dalam kompleks  $[Cr(NH_3)_2Cl_2Br_2]$ ,  $Cr^{3+}$  adalah kation pusatnya dan memiliki bilangan koordinasi sebesar. Namun, kristal dengan struktur padat memiliki ikatan yang lebih sulit didefinisikan, dan dalam kasus ini jumlah atom tetangga-lah yang digunakan. Metode yang paling sederhana adalah metode yang digunakan di dalam ilmu material, yang mengacu kepada jumlah tetangga suatu atom di dalam kisi kristal.

#### **B. PENGARUH BILANGAN KOORDINASI TERHADAP SIFAT MOLEKUL**

Pengaruh bilangan koordinasi terhadap sifat molekul tergantung pada jumlah atom tetangga yang berinteraksi dengan atom pusat. Berikut adalah beberapa pengaruh bilangan koordinasi terhadap sifat molekul:

1. Sifat reaktif: Bilangan koordinasi dapat menentukan sifat reaktif molekul. Molekul dengan bilangan koordinasi tinggi lebih reaktif karena ada lebih banyak atom tetangga yang dapat terikat dengan lainnya.
2. Struktur molekul: Bilangan koordinasi dapat menentukan bentuk molekul. Contohnya, molekul dengan bilangan koordinasi 4 akan memiliki bentuk tetrahedral, sedangkan molekul dengan bilangan koordinasi 6 akan memiliki bentuk oktahedral.
3. Kemampuan pengikatan: Bilangan koordinasi dapat menentukan kemampuan pengikatan molekul. Molekul dengan bilangan koordinasi

tinggi lebih kemampuan untuk mengikat lainnya karena ada lebih banyak atom tetangga yang dapat mengikat.

4. Sifat fizikal: Bilangan koordinasi dapat menentukan sifat fizikal molekul, seperti sifat kristal, sifat termodinamik, dan sifat optik.
5. Kemampuan katalis: Bilangan koordinasi dapat menentukan kemampuan molekul sebagai katalis. Molekul dengan bilangan koordinasi tinggi lebih kemampuan untuk katalis karena ada lebih banyak atom tetangga yang dapat mengikat dan mengubah reaksi.
6. Sifat magnetik: Bilangan koordinasi dapat menentukan sifat magnetik molekul. Contohnya, molekul dengan bilangan koordinasi 4 akan memiliki sifat magnetik tetrahedral, sedangkan molekul dengan bilangan koordinasi 6 akan memiliki sifat magnetik oktahedral.

Bilangan koordinasi menyatakan jumlah mangan yang tersedia di sekitar atom pusat dalam apa yang disebut bulatan koordinasi yang masing-masingnya dapat dihuni satu ligan (monodentat). Bilangan koordinasi untuk ion tembaga dalam  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  adalah 4 (Tim Dosen Kimia Anorganik I, 2010 : 25).

Dalam pelaksanaan analisis anorganik kualitatif banyak digunakan reaksi-reaksi yang menghasilkan pembentukan kompleks. Suatu ion (atau molekul) kompleks terdiri dari satu atom (ion) pusat dan sejumlah ligan yang terikat erat dengan atom (ion) pusat itu. Pembentukan kompleks dalam analisis anorganik kualitatif sering terlihat dan dipakai untuk pemisahan dan identifikasi. Salah satu fenomena yang paling umum yang muncul bila ion kompleks terbentuk adalah perubahan warna dalam larutan. Suatu fenomena lain yang penting yang sering terlihat bila kompleks terbentuk adalah kenaikan kelarutan, banyak endapan bisa melarut karena pembentukan senyawa kompleks. (Vogel, 1979).

### C. PENGERTIAN SENYAWA KOMPLEKS

Dalam artian luas senyawa kompleks adalah senyawa yang terbentuk karena penggabungan dua atau lebih senyawa sederhana yang masing-masingnya dapat berdiri sendiri. Menurut warner senyawa kompleks merupakan gabungan beberapa ion logam yang cenderung berikatan koordinasi dengan zat-zat tertentu

membentuk senyawa kompleks yang mantap. Zat-zat tertentu itu disebut ligan. Ligan merupakan zat yang memiliki satu atau lebih pasangan elektron bebas. Ion-ion logam ini cenderung jenuh baik valensi utamanya maupun valensi tambahannya. Valensi koordinasi mengarah kedalam ruangan mengelilingi ion logam pusat. Jadi proses pembentukan senyawa kompleks koordinasi adalah perpindahan satu atau lebih pasangan elektron dari ligan ke ion logam. (Rivai, 1994).

Senyawa koordinasi diartikan sebagai senyawa yang mengandung ion atau molekul kompleks. Ion kompleks yang ada di dalam senyawa koordinasi tersebut dapat berupa kation, anion atau keduanya. Misalnya kalium heksasianoferat (II), adalah senyawa koordinasi yang mengandung kation sederhana K<sup>+</sup> dan anion kompleks. Oleh karena senyawa koordinasi selalu memiliki ion atau molekul kompleks, sehingga senyawa koordinasi sering juga disebut senyawa kompleks. Kata senyawa yang dimaksudkan dalam senyawa koordinasi atau senyawa kompleks tidak lain adalah berupa garam. Sehubungan dengan pengertian ini, maka senyawa koordinasi atau senyawa kompleks sering juga dinamakan garam kompleks.

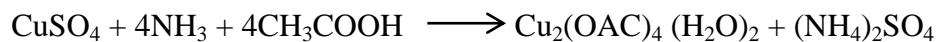
Senyawa koordinasi diartikan sebagai senyawa yang mengandung ion atau molekul kompleks. Ion kompleks yang ada di dalam senyawa koordinasi tersebut dapat berupa kation, anion atau keduanya. Misalnya kalium heksasianoferat (II), adalah senyawa koordinasi yang mengandung kation sederhana K<sup>+</sup> dan anion kompleks. Oleh karena senyawa koordinasi selalu memiliki ion atau molekul kompleks, sehingga senyawa koordinasi sering juga disebut senyawa kompleks. Kata senyawa yang dimaksudkan dalam senyawa koordinasi atau senyawa kompleks tidak lain adalah berupa garam. Sehubungan dengan pengertian ini, maka senyawa koordinasi atau senyawa kompleks sering juga dinamakan garam kompleks. Terdapat dua kemungkinan garam yang akan terbentuk ketika dua garam sederhana atau lebih dicampurkan secara stoikiometri, yaitu: a. Garam yang identitasnya hilang ketika berada dalam larutan (pelarut air). Garam semacam ini dinamakan garam rangkap (double salt). Contoh: Identitas atau

karakter garam rangkap hanya dapat dipertahankan ketika berada sebagai padatan kristalnya b. Garam yang identitasnya tetap ketika berada dalam larutan (pelarut air). Garam semacam ini dinamakan garam kompleks (complex salt). Ciri khas reaksi ini yaitu dengan ditandai adanya kurung siku pada reaksinya (Yusuf, 2018 : 65).

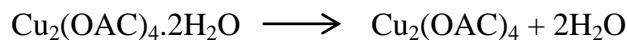
#### **D. Tembaga II**

Tembaga (II) asetat atau kupri asetat adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{Cu}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4$ , atau disingkat  $\text{Cu}_2(\text{OAC})_4$  dimana  $\text{ACO}^-$  adalah ion asetat ( $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$ ). Secara komersial senyawa ini biasanya tersedia dalam bentuk hidratnya, yang mengandung dua molekul air.  $\text{Cu}_2(\text{OAC})_4$  berwujud padatan kristal berwarna hijau gelap, sedangkan hidratnya  $\text{Cu}_2(\text{OAC})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  berwarna hijau kebiruan. Sejak dahulu kala, beberapa senyawa tembaga asetat digunakan sebagai fungisida dan zat warna hijau. Sekarang  $\text{Cu}_2(\text{OAC})_4$  digunakan dalam sintesis anorganik dan sebagai katalis maupun agen oksidator pada sintesis organik.

Tembaga (II) asetat dengan kemurnian tinggi dapat disintesis dilaboratorium melalui serangkaian reaksi (3 tahap). Reaksi yang terbentuk adalah:



Reaksi ini menghasilkan tembaga (II) asetat dalam bentuk hidrat. Untuk menghidrasinya, hasil reaksi dipanaskan pada suhu 100°C divakum. Reaksi yang terbentuk adalah :



(Jakson, 2010).

#### **E. GARAM TEMBAGA**

Secara umum garam tembaga (I) tidak larut dalam air dan tidak berwarna. Sedangkan garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru baik dalam bentuk hidrat padat maupun dalam larutan air yang berbentuk ion tetrakuo kuprat (II)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ . Batas terlihatnya warna ion kompleks tersebut adalah 500 mikrogram. Dalam batas konsentrasi 1 dalam  $10^4$ . Terdapat dua kemungkinan garam

yang akan terbentuk ketika dua garam sederhana atau lebih dicampurkan secara stoikiometri, yaitu: a. Garam yang identitasnya hilang ketika berada dalam larutan (pelarut air). Garam semacam ini dinamakan garam rangkap (double salt). Contoh: Identitas atau karakter garam rangkap hanya dapat dipertahankan ketika berada sebagai padatan kristalnya b. Garam yang identitasnya tetap ketika berada dalam larutan (pelarut air). Garam semacam ini dinamakan garam kompleks (complex salt). Ciri khas reaksi ini yaitu dengan ditandai adanya kurung siku pada reaksinya (Yusuf, 2018 : 65).

Garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat maupun dalam larutan air, warna ini benar-benar khas. (Shevla, 1990).

Ligan merupakan basa Lewis yang memiliki pasangan elektron bebas misalnya ligan  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{Cl}^-$  atau memiliki pasangan elektron  $\pi$  misalnya  $\text{C}_2\text{H}_2$  (etilena),  $\text{C}_6\text{H}_6$  (benzena). Suatu ligan dapat memiliki elektron yang tidak berpasangan disamping elektron  $\pi$ . Misalnya ligan  $\text{C}_5\text{H}_5$  (siklopentadiena)  $\text{C}_3\text{H}_5$  (alil) dan  $\text{NO}$  (nitrosil). Di dalam ligan terdapat atom donor yaitu atom yang memiliki pasangan elektron bebas atom atom yang terikat melalui ikatan  $\pi$ . Melalui atom donor tersebut, suatu ligan melakukan ikatan kovalen koordinasi dengan atom pusat yang ada (Anonim, 2010).

## F. ION KOMPLEKS

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 dari 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 sub kulit 3d, 4s, 4p, dan 4d pada ion pusat.

## G. LIGAN

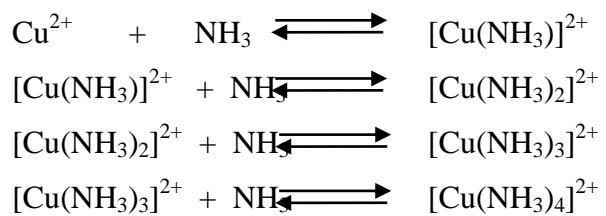
Ligan adalah molekul atau ion yang dapat menyumbangkan pasangan elektron bebas kepada ion pusat. Ligan yang netral dan bermuatan negatif dan positif. Pemberian nama ligan disesuaikan dengan jenis ligannya. Bila ada dua macam ligan atau lebih maka diurutkan menurut abjad. (Harefa, 2019).

Menurut Ramlawati (2005), Ditinjau dari asam basa, ligan dalam senyawa koordinasi merupakan basa lewis sedangkan ion logam pusat merupakan asam lewis. Ligan yang bergabung dengan ion lain (logam) dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Ligan yang hanya mampu memberikan satu pasang elektron kepada satu ion logam pusat dalam senyawa koordinasi disebut monodentat.
2. Ligan yang mempunyai dua atom donor sehingga mampu memberikan dua pasang elektron kepada satu ion logam pusat dalam senyawa koordinasi disebut bidentat.
3. Ligan yang meliputi ligan-ligan yang memiliki lebih dari dua atom donor disebut polidentat.

## H. IKATAN KOVALEN ION

Ikatan Kovalen antara ion logam pusat dan ligan membedakan senyawa kompleks koordinasi sebagai golongan tersendiri senyawa kimia yang mempunyai susunan dan bangun tertentu. Pada beberapa senyawa kompleks koordinasi kompleks lainnya. Bila dilarutkan dalam air, senyawa-senyawa kompleks dapat terurai namun kesetimbangan senyawa-senyawa kompleks yang memiliki bilangan koordinasi lebih dari satu berlangsung secara bertahap dengan penambahan ligan satu persatu. Mula-mula sekali terbentuk senyawa kompleks 1 : 1 antara ion logam dan ligan, kemudian 1 : 2 dan seterusnya. Misalnya senyawa kompleks antara ion tembaga dan ligan  $\text{NH}_3$  seperti berikut :



Namun demikian, perlu dicatat bahwa beberapa zat yang berbeda-beda dapat hadir secara bersama dalam sistem di atas (Rivai, 1994 : 30).

Ikatan antara inti dan ligan bersifat kovalen, yaitu terjadi karena sepasang elektron dipakai bersama antara kedua atom yang berikatan. Dalam ikatan kovalen biasa, kedua pihak masing-masing memberikan satu elektron sehingga terbentuklah pasangan elektron tersebut. Dalam membentuk kompleks, ion logam tidak memberikan elektron, karena sebagai ion positif ia tidak mempunyai elektron bebas untuk keperluan tersebut maka kedua elektron disediakan oleh ligan. Ikatan kovalen yang terjadi karena kedua elektron dari pasangan diberikan oleh satu pihak saja, disebut ikatan kovalen koordinasi (Svehla, 1990 : 160).

Pada beberapa senyawa kompleks koordinasi, ikatan antara ion logam dan ligan tidak begitu kuat. Bila dilarutkan dalam air, senyawa-senyawa kompleks yang memiliki bilangan koordinasi lebih dari satu berlangsung secara bertahap dalam penambahan ligan satu persatu. Mula-mula sekali terbentuk senyawa kompleks 1:1 antara ion logam dan ligan, kemudian 1:2 dan seterusnya. Misalnya pembentukan senyawa kompleks antara ion tembaga dan ligan NH<sub>3</sub> (Atkins, 1997; 186).

## I. PROSES PEMBENTUKAN SENYAWA KOMPLEKS

Proses pembentukan senyawa kompleks koordinasi adalah perpindahan satu atau lebih pasangan elektron dari ligan ke ion logam. Jadi, ligan bertindak sebagai pemberi elektron dan ion logam sebagai penerima elektron. Sebagai akibat dari perpindahan kerapatan elektron ini, pasangan elektron menjadi kepunyaan bersama antara ion logam dan ligan, sehingga terbentuk ikatan pemberi-penerima elektron. Keadaan-keadaan antara mungkin saja terjadi, namun jika pasangan elektron itu terikat kuat pada kedua saraf tersebut, maka ikatan kovalen sejati

dapat terbentuk. Bergantung pada susunan elektronnya, ion logam dapat menerima sejumlah pasangan elektron, sehingga ion logam itu dapat berikatan koordinasi dengan sejumlah ligan. Jumlah ligan yang dapat diikat oleh ion logam itu disebut bilangan koordinasi senyawa kompleks (Sunarya, 2003; 184).

## J. PENENTUAN BILANGAN KOORDINASI KOMPLEKS TEMBAGA II

Cara menentukan bilangan koordinasi pada senyawa kompleks tembaga (II) dapat dilakukan melalui beberapa langkah:

1. Pemilihan senyawa kompleks: Pilih senyawa kompleks yang mengandung ion tembaga (II) sebagai ion pusat. Contohnya, CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O.
2. Pemeriksaan senyawa: Analisis senyawa kompleks menggunakan teknik-teknik analisis, seperti FTIR (Fourier Transform Infrared) spectroscopy atau UV-Vis (Ultraviolet-Visible) spectroscopy, untuk mengetahui jumlah ligan yang terikat langsung dengan ion tembaga (II).
3. Penentuan bilangan koordinasi: Jumlah ligan yang terikat langsung dengan ion tembaga (II) akan menentukan bilangan koordinasi. Contohnya, dalam CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, jumlah ligan yang terikat langsung dengan ion tembaga (II) adalah 6, sehingga bilangan koordinasi kompleks tembaga (II) adalah 6.
4. Verifikasi dengan teori: Verifikasi hasil penentuan bilangan koordinasi dengan teori medan kristal, yang menjelaskan ikatan dalam ion kompleks berdasarkan sifat ligan dan sifat ion pusat.
5. Pemeriksaan kemampuan katalis: Uji kemampuan katalis senyawa kompleks tembaga (II) terhadap reaksi kimia, seperti reaksi redoks, untuk mengetahui kemampuan katalis senyawa kompleks tersebut.
6. Pemeriksaan sifat fizikal: Uji sifat fizikal senyawa kompleks tembaga (II), seperti warna, sifat magnetik, dan sifat termodinamik, untuk mengetahui sifat senyawa kompleks tersebut.

Senyawa molekuler yang mengandung logam transisi blok d dan ligan disebut senyawa koordinasi. Bilangan koordinasi ditentukan oleh ukuran atom ligan pusat, jumlah elektron d, efek sterik ligan. Dikenal kompleks dengan bilangan

koordinasi antara 2 dan 9 khususnya kompleks bilangan koordinasi 4 sampai 6 adalah paling stabil secara elektronik dan secara geometri dan kompleks dengan bilangan koordinasi 4-6 yang paling banyak dijumpai (Anonim, 2009).

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2010. *Ligan*. <Http://tinangkung.blogspot.com> diakses pada tanggal 24 Mei 2010.
- Anonim. 2010. *Bilangan Koordinasi dan Struktur*. <Http://www.chem-is-try.org/> diakses pada tanggal 24 Mei 2010.
- Atkins. 1997. *Kimia Fisika Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Harefa Nelius. 2019. *Buku Penuntun Kimia Anorganik II*. UKI Press
- Jakson. & Bard. 2010. *System Analysis and Design*. Boston Cengage Learning.
- Ramlawati. 2005. *Buku Ajar Kimia Anorganik Fisik*. Makassar : Jurusan Kimia, FMIPA, UNM.
- Rivai, Harizul. 1994. *Asas Pemeriksaan Kimia*. Jakarta : UI-Press.
- Sunarya, Yayan. 2003. Ikatan Kimia. Bandung: JICA.
- Svehla. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Bagian 1*. Jakarta : PT Kalman Media Pustaka.
- Tim Dosen Kimia Anorganik. 2010. *Penuntun Praktikum Kimia Anorganik*. Makassar : Laboratorium Kimia, FMIPA, UNM.
- Vogel. 1979. *Text Book of Macro and Semicro Quantitative Inorganic Analysis*. Kalman Media Puastaka.
- Yusuf Yusnidar. 2018. *Kimia Dasar*. Jakarta : Penerbit EduCenter Indonesia

## **BAB VI**

### **PEMBUATAN CIS DAN TRANS-KALIUM DIOKSIDA**

#### **(Alifa Mustaghfira F)**

#### **A. Pengertian CIS dan TRANS**

Cis dan trans adalah kategori isomerisme yang menggambarkan posisi atom atau gugus substituen yang berada pada ikatan pi ( $\pi$ ) dalam molekul.

- \*Cis\* (latin, "pada sisi yang sama"): Gugus-gugus yang terletak pada satu sisi ikatan pi disebut cis. Contohnya adalah alkene cis-2-butena, dimana gugus-gugus C-C berada pada satu sisi ikatan pi.
- \*Trans\* (latin, "seluruh"): Gugus-gugus yang terletak pada sisi-sisi yang berlawanan disebut trans. Contohnya adalah alkene trans-2-butena, dimana gugus-gugus C-C berada pada sisi-sisi yang berlawanan.

Isomerisme cis-trans adalah isomerisme yang terjadi ketika tiap-tiap atom C yang berikatan rangkap, mengikat gugus atom yang tidak sama. Ini berbeda dengan isomerisme E/Z, yang merupakan sistem penamaan isomer cis/trans yang lebih efektif ketika terdapat lebih dari dua substituen pada ikatan ganda.

#### **B. Prinsip Dasar**

Prinsip dasar dari pembuatan cis dan trans adalah pembentukan kristal dengan cara menguapkan reaksi kompleks.

#### **C. Ion Kompleks**

Suatu kompleks didefinisikan sebagai ion yang tersusun dari atom pusat yang mengikat secara koordinasi sejumlah ion atau molekul netral yang dikenal sebagai ligand. Ion kompleks terdiri dari ion logam yang dikelilingi oleh sejumlah ligand yang berupa molekul atau ion yang mempunyai pasangan elektron bebas. Pada umumnya ion logam yang membentuk ion kompleks dan mempunyai orbital kosong pada ikatan yang terjadi antara ion logam dan ligand adalah kovalen koordinasi.

Berdasarkan ikatan valensi, ikatan pada ion kompleks terjadi karena adanya tumpang tindih orbital ligan yang berupa molekul atau ion yang mempunyai pasangan elektron bebas dengan ion yang masih kosong (Syarifudin, 1994).

#### **D. Senyawa Kompleks**

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang molekul-molekulnya tersusun dari gabungan dua molekul atau lebih molekul yang sudah jenuh. Pembuatan dari kompleks-kompleks logam biasanya dilakukan dengan molekul-molekul atau ion-ion tertentu. Penelitian-penelitian pertama selalu memakai amoniak dan zat yang terjadi disebut logammamine. Kemudian ternyata, bahwa anion-anion seperti  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NCS}^-$ , dan  $\text{Cl}^-$  juga membentuk kompleks dengan logam-logam.

Suatu ion atau molekul kompleks, terdiri dari atom (ion) pusat dan sejumlah ligan yang terikat erat dengan atom pusat itu. Atom pusat ini ditandai oleh bilangan koordinasi yaitu suatu angka yang dapat menunjukkan jumlah ligan yang dapat membentuk kompleks yang stabil dengan satu atom pusat. Bilangan koordinasi menyatakan jumlah ruangan yang tersedia sekitar atom ion pusat dalam apa yang disebut bulatan koordinasi yang masing-masing dapat dihuni oleh suatu ligan (Vogel, 1990).

#### **E. Pembuatan Senyawa Kompleks**

Untuk membuat senyawa kompleks harus diperhatikan agar hasilnya cukup banyak dan cara yang baik untuk mengisolasi. Cara-cara isolasi itu antar lain :

- a. Penguapan pelarut dan pendinginan larutan dalam campuran pendingin es garam.
- b. Penambahan pelarut yang bercampur dengan pelarut semula, tetapi tidak melarutkan zat terlarut.
- c. Untuk mempercepat kristalisasi yaitu dengan penambahan kristal zat terlarut.
- d. Bila kompleks berupa kation, ke dalam larutan dapat ditambahkan anion yang dapat menyebabkan terjadinya endapan dan sebaliknya.

(Sukardjo, 1992)

## **F. Stabilitas kompleks**

Adalah kestabilan ion-ion kompleks secara kuantitatif, diantaranya dipengaruhi oleh:

a. Ion pusat

- Besar dan muatan dari ion
- Faktor CFSE
- Faktor distribusi muatan

b. Ligan

- Besar dan muatan dari ion
- Semakin besar muatan dan jari-jarinya semakin kecil maka semakin stabil kompleks yang dibentuk.
- Sifat basa makin basa logam maka makin stabil kompleks.
- Faktor pembentuk Chellat
- Faktor besarnya lingkungan
- Faktor ruang.

(Sukardjo, 1985)

## **G. Persifatan Ligan**

Ligan adalah molekul netral yang merupakan donor elektron. Beberapa ligan yang umum adalah  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{OH}^-$ , ligan-ligan seperti ini bila menyumbang sepasang elektronnya kepada sebuah atom ligan disebut ligan monodentat (ligan bergigi satu), contohnya  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CN}^-$ .

Ligan yang mempunyai dua atom donor yang dapat melekat pada sebuah logam disebut ligan bidentat, misalnya etilendiamin dan ion oksalat, sedangkan ligan yang mempunyai dua atau lebih atom donor yang secara bersamaan dapat mengikat satu atom logam disebut ligan polidentat, misalnya ligan tri-kuadripenta dan heksadentat (Brady, 1992).

## **H. Macam-macam ligan**

### a. Ligan monodentat

Menyumbangkan sepasang elektron kepada sebuah atom ligan umumnya. I<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>

### b. Ligan bidentat

Mengandung 2 atom yang masing-masing secara serempak membentuk 2 donor elektron kepada ion logam yang sama. Contoh : diamin, diester

### c. Ligan Polidentat

Mengandung lebih dari 2 atom yang membentuk ikatan kepada ion logam yang sama. Biasanya khelat. Contoh : EDTA, etilen

(Cotton, 1989)

## **I. Teori medan ligan**

Untuk memahami kation antara struktur elektron dengan sifat ion dan molekul kompleks. Uraian tentang struktur electron dikembangkan menurut teori medan kristal dan teori ligan. Dalam teori medan ligan yang asli, efek netto dari setiap ligan dianggap sebagai suatu muatan negatif yang menolak elektron-elektron ion atau atom pusat. Teori medan ligan bukan hanya menimbang penolakan muatan ini, tetapi juga mempertimbangkan sifat kovalen dari ikatan antara ligan dan ion atau atom pusat.

Sifat ligan, entah itu suatu molekul netral atau ion negatif, menyumbang sepasang electron untuk membentuk sebuah ikatan dengan ion atau atom pusat. Gaya yang diadakan terhadap ion atau atom pusat oleh electron-elektron ini, dan oleh muatan netto ligan-ligan disebut medan ligan (Keenan, 1991).

## **J. Persifatan Ion Logam**

Ion logam mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk menerima pasangan elektron dari ligan dalam membentuk senyawa kompleks. Kemampuan ini berkaitan dengan susunan elektronnya. Kecendrungan menerima elektron yang terbesar diperlihatkan oleh ion-ion logam yang susunan elektronnya sedikit berbeda dari susunan elektron gas mulia berikutnya (Rivai, 1995).

## **K. Isomer geometri**

Isomer geometri adalah isomer yang diakibatkan oleh ketegaran dalam molekul dan hanya dijumpai dalam dua kelas senyawa, yaitu alkena dan senyawa siklik. Atom dan gugus yang terikat hanya oleh ikatan dapat berputar sedemikian sehingga bentuk keseluruhan sebuah molekul selalu berubah berkesinambungan, tetapi gugus yang terikat oleh ikatan rangkap tak dapat berputar dengan ikatan rangkap itu sebagai sumbu, tanpa mematahkan ikatan phi itu. Dua gugus yang terletak pada satu titik ikatan phi disebut Cis, sedangkan gugus yang terletak pada sisi yang berlawanan disebut trans (Fessenden, 1992).

## **L. Perbedaan sifat fisis senyawa cis dan trans**

Sifat-sifat fisik, seperti titik didih senyawa berisomer cis dan trans berbeda. Cis dan trans bukan isomer structural, karena urutan ikatan atom-atom dan lokasi ikatan rangkapnya sama. Pasangan isomer ini masuk dalam kategoristereoisomer. Isomer cis dan trans pada suatu senyawa dapat mempengaruhi titik didihnya, sehingga senyawa berisomer cis dan trans dapat dipisahkan dengan destilasi (Fessenden, 1992).

## **M. Isomer Cis dan Trans pada senyawa kompleks**

Isomer cis dan trans tidak terdapat pada kompleks dengan struktur linear, trigonal planar atau tetrahedral tetapi umumnya terdapat pada kompleks planar segi empat dan oktaedral. Untuk kompleks planar segi empat isomer cis trans terjadi pada kompleks platina (II) (Fessenden, 1992).

## **N. Pembuatan isomer Cis dan Trans**

Bila pada suatu reaksi terbentuk campuran isomer cis-trans maka untuk memperoleh masing-masing isomer perlu diadakan pemisahan. Pemisahan isomer ini dapat dilakukan dengan jalan kristalisasi bertingkat ion exchange atau cara-cara fisika lainnya. Cis dan trans dapat dibedakan dengan mereaksikan zat tersebut dengan asam oksalat. Pada senyawa cis dapat diikat satu sama gugus oksalat sedang pada senyawa trans dapat diikat dua gugus oksalat(Sukardjo, 1997)

.

## O. Kristalisasi

Kristalisasi adalah cara untuk memurnikan padatan yang masih kotor sebagai pelarut umumnya air, prinsip yang digunakan zat yang larut dalam air panas kelarutannya lebih besar daripada dalam air dingin.

Ada 4 macam proses kristalisasi, yaitu:

### 1. Kristalisasi dengan Pendinginan

Berlaku untuk zat yang memiliki perubahan daya larut besar pada perubahan suhu.

### 2. Kristalisasi dengan Penguapan

Untuk larutan yang mempunyai perubahan daya larut kecil pada perubahan suhu sehingga bila temperature diubah relative besar maka kristal yang terbentuk sedikit.

### 3. Kristalisasi Adiabatis

Merupakan gabungan dari a dan b. Metode ini sering disebut metode vakum. Maksud dari pendinginan adalah memperkecil daya larut. Sedangkan penguapan bertujuan membuat tekanan total dan permukaan lebih kecil dari tekanan pada suhu tersebut, sehingga perubahan keadaan ini secara adiabatis karena pendinginan terjadi karena penguapan sistem itu sendiri.

### 4. Kristalisasi dengan Salting Out

Pengeluaran garam dari larutan dengan penambahan zat baru ke dalam larutan dengan tujuan menurunkan daya larut solvent terhadap solute, diusahakan dalam keadaan suhu dan tekanan tetap, daya larut solvent terhadap solute akan turun sehingga dilepaskan zat baru yang memiliki daya larut lebih besar dalam solvent daripada solute awal.

(Cahyono, 1991)

## **P. Teori Pembentukan Kristal**

Tahap-tahap kristalisasi:

- d. melarutkan zat dalam pelarut panas
- e. menyaring larutan panas untuk menghilangkan kotoran yang tidak larut
- f. mendinginkan larutan dan mengendapkan kristalnya
- g. menyaring larutan yang dingin untuk memisahkan kristal dari larutan
- h. mencuci kristal untuk menghilangkan pelarut yang melekat
- i. mengeringkan kristal untuk menghilangkan sisa pelarut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses kristalisasi;

1. Temperatur, Temperatur meningkat maka kristal sulit dibentuk
2. Konsentrasi, Konsentrasi besar maka kristal sulit dibentuk.
3. Tekanan, Tekanan akan mempengaruhi konsentrasi
4. Ion sejenis, Kelarutan meningkat dengan adanya ion sejenis

(Vogel, 1990)

## **Q. Rekristalisasi**

Rekristalisasi adalah salah satu cara pemurnian padatan (dalam bentuk serbuk) yaitu dengan mengulang kristalisasi agar diperoleh zat kristal murni, kristalisasi senyawa organik dipengaruhi oleh pelarut, pelarut yang umum digunakan untuk tujuan kristalisasi adalah air, metil alkohol, etil alkohol, etil asetat, aseton, etil eter, kloroform (Vogel, 1990).

## **R. Kompleks Inert dan Labil**

Suatu kompleks disebut labil bila ligannya dapat diganti dengan ligand lain secara cepat, disebut inert bila penggantian ini berjalan secara lambat. Walaupun biasanya kompleks yang stabil bersifat inert dan kompleks yang tidak stabil bersifat labil, namun sebenarnya antara keduanya tidak ada hubungan. Ini disebabkan karena labilitas merupakan sifat kinetic dan stabilitas merupakan sifat thermodinamik.

Stabilitas kompleks ditentukan oleh energi reaksi, yaitu beda antara energi hasil reaksi dan pereaksi. Bila energi reaksi ini besar, berarti hasil reaksi stabil. Labilitas kompleks ditentukan oleh beda energi senyawa tersebut dentat kompleks aktif. Bila energi ini besar, reaksi lambat, kompleks bersifat inert (Sukardjo, 1992).

### S. Analisa Bahan

#### 1.12.1. Akuades

Cairan tak berwarna yang larut dalam etil alkohol, etil eter, bobot molekul  $18,06 \text{ g mol}^{-1}$ , tl  $0^\circ\text{C}$ , titik didih  $100^\circ\text{C}$ , pelarut universal, densitas  $1 \text{ g ml}^{-1}$ .

(Basri, 1996)

#### 1.12.2. Etanol

Merupakan cairan tak berwarna, larut dalam air, eter, kloroform, aseton, BM =  $46,15 \text{ g/mol}$ , densitas =  $0,79 \text{ g/mol}$ , titik didih  $78,3^\circ\text{C}$ , titik leleh -  $114,5^\circ\text{C}$ .

(Daintitih, 1994)

#### 1.12.3. Asam Oksalat

Titik leleh  $101-1020\text{C}$ , cairan encer, larut dalam air, bersifat toksik, asam organik kuat, cairan tak berwarna.

(Daintitih, 1994)

#### 1.12.4. Amonia

Berupa cairan pada suhu  $-78^\circ\text{C}$  sampai  $-33^\circ\text{C}$  dibawah tekanan 1 atm, berbau menyengat, titik didih  $23^\circ\text{C}$ , konstanta ionisasi  $5 \cdot 10^{-2}$ , BM 17 g/mol, digunakan sebagai pelarut, bersifat basa,  $\rho = 0,91 \text{ g/ml}$ .

(Daintitih, 1994)

### 1.12.5. $K_2Cr_2O_7$ (Kalium dikromat)

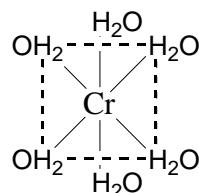
Sebagai zat oksidator tapi tidak sebaik garam  $KMnO_4$  karena potensial reaksi reaksinya relatif kecil, dapat diperoleh dalam keadaan murni dan cukup stabil titik leburnya, dapat digunakan sebagai zat standar primer.

(Basri, 1996)

## T. Pembuatan Isomer Trans-KaliumdioksalatodiakuoKromat (III)

Pada pembuatan isomer Trans- KaliumdioksalatodiakuoKromat (III) langkah pertama yang dilakukan adalah mereaksikan asam oksalat dihidrat dengan sedikit aquades dan melarutkan kalium dikromat dalam air panas. Penambahan aquades ini bertujuan untuk mempercepat terjadinya reaksi antara reaktan. Pelarutan kristal kalium dikromat berbeda dengan kristal asam oksalat. Kristal kalium dikromat dilarutkan dalam air panas untuk menyempurnakan kelarutannya dan untuk mempercepat reaksi reduksi dari  $Cr^{6+}$  menjadi  $Cr^{3+}$  pada saat pencampuran larutannya. Kristal kalium dikromat dilarutkan dalam air panas karena kebanyakan garam kromat kurang larut dalam air pada temperatur kamar.

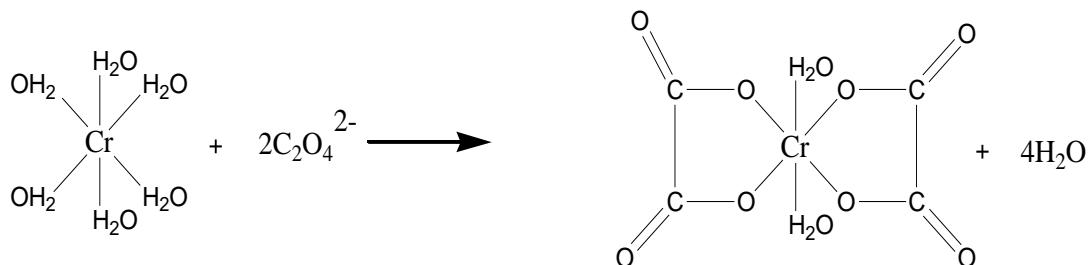
Struktur heksaakuokromat (III)



(Keenan, 1991)

Kemudian penambahan  $H_2C_2O_4$  akan menyebabkan adanya efek trans pada senyawa kompleks. Pada reaksi ini terjadi penggantian 4 ligan monodentat aquo oleh ligan bidentat oksalato. Hal ini terjadi karena ligan bidentat oksalato memiliki kekuatan efek trans lebih besar daripada ligan monodentat aquo, ligan aquo tersebut menjadi labil, sehingga mudah digantikan oleh ligan oksalato.

Reaksi pembentukan kompleks Trans-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III):



(Keenan, 1991)

Larutan asam oksalat dicampur dengan larutan kalium dikromat. Pada reaksi ini terjadi reaksi eksoterm yaitu suatu reaksi perpindahan panas dari sistem ke lingkungan yang ditandai dengan dihasilkannya panas. Selain itu timbul juga gelembung-gelembung gas CO<sub>2</sub> dan uap air H<sub>2</sub>O.

Setelah larutan tidak bereaksi lagi yang ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung gas dan uap air, kemudian larutan diuapkan. Tujuannya adalah agar H<sub>2</sub>O yang tidak diperlukan atau tidak diinginkan menguap dan tidak mempengaruhi pembentukan senyawa kompleks kalium dioksalatodiakuokromat, karena senyawa kompleks tersebut hanya mengandung 2 molekul H<sub>2</sub>O dan 2 molekul C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup> sebagai ligan dan apabila dalam larutan tersebut masih banyak mengandung H<sub>2</sub>O atau air kemungkinan ligan H<sub>2</sub>O bertambah jumlahnya lebih dari yang dinginkan sehingga untuk menghindari itu diperlukan penguapan. Penguapan dilakukan secara bertahap, yang pertama larutan diuapkan sampai setengah volume awal yaitu dengan cara pemanasan kemudian yang kedua diuapkan dalam suhu kamar, penguapan secara bertahap dilakukan untuk memperoleh kristal yang cukup banyak.

Kristal yang di dapat dikeringkan dan di cuci dengan aquades dan etanol, pencucian dengan aquades bertujuan untuk mengikat pengotor yang bersifat polar contohnya adalah senyawa cis dan digunakan etanol untuk mengikat pengotor yang bersifat polar dan non polar. Digunakan etanol ini karena kemungkinan masih adalah senyawa cis yang bersifat polar yang masih terikat pada senyawa

trans tersebut, dimana etanol ini bersifat mudah menguap sehingga larutan pengotor atau larutan cis tersebut dapat terikat dan teruapkan.

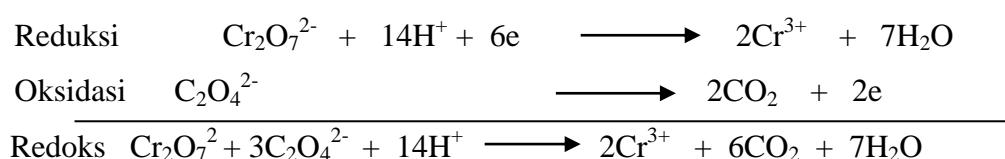
Pada percobaan ini hanya didapat kristal yang relatif sedikit yaitu sebanyak 0,5 g kristal trans- KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) dan rendemen sebesar 24,27 %. Hal ini dikarenakan banyaknya aquades yang ditambahkan sehingga kemungkinan kristal yang sudah terbentuk dapat terlarut kembali.

#### **U. Pembuatan Isomer Cis-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III)**

Pada pembuatan isomer Cis-KaliumdiokssalatodiakuoKromat (III) yang pertama adalah mereaksikan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  yang berupa serbuk putih dengan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  yang berwarna serbuk orange, kemudian ditambahkan setetes  $\text{H}_2\text{O}$  dan di tutup menggunakan gelas arloji. Penutupan dengan menggunakan gelas arloji bertujuan agar uap reaksi tidak banyak keluar, karena pada reaksi ini terjadi reaksi eksoterm yang ditandai dengan dihasilkannya panas. Selain itu timbul juga gelembung-gelembung gas  $\text{CO}_2$  dan uap air  $\text{H}_2\text{O}$ .

Aquades sebagai sumber ligan aquo yang ditambahkan hanya setetes karena kelarutan kristal isomer cis-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) lebih besar dibandingkan kristal isomer trans-KaliumdioksalatodiakuoKromat (III). Penambahan etanol membantu berlangsungnya proses reduksi  $\text{Cr}^{6+}$  menjadi  $\text{Cr}^{3+}$ .

Reaksinya:

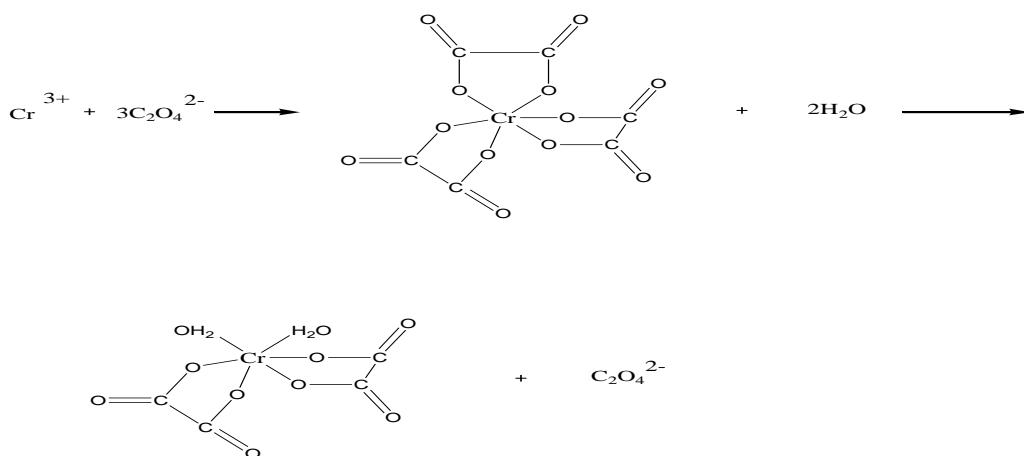


(Keenan, 1991)

Pada awalnya terbentuk kompleks trioksalatokromat(III) yang merupakan reaksi dari serbuk asam oksalat dengan serbuk kalium dikromat. Hal ini dikarenakan pada beberapa logam tertentu memilih ligan tertentu yang akan diikat untuk membentuk senyawa kompleks. Misalnya ion kromat(III) lebih berikatan dengan ligan oksalato dibanding dengan ligan aquo. Hal ini juga berkaitan dengan

stabilitas kompleks, dimana stabilitas kompleks trioksalatokromat(III) lebih besar daripada heksaaquokromat(III).

Setelah senyawa kompleks trioksalatokromat(III) terbentuk, barulah ditambah dengan aquades sehingga akan terjadi reaksi penggantian ligan. Reaksinya:



(Fessenden,1990)

Penggantian ligan oksalato oleh ligan aquo ini terjadi karena kekuatan ligan aquo lebih besar daripada ligan oksalato. Penggantian ligan ini terjadi pada posisi cis bukan pada posisi trans. Hal ini karena ligan aquo yang melakukan penyerangan dan penggantian terhadap ligan oksalato memiliki kekuatan efek trans yang kecil daripada ligan yang lain. kristal isomer cis-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) ditambahkan etanol, Penambahan etanol ini bertujuan untuk memadatkan seluruh endapan yang terbentuk hingga terbentuk endapan yang berwarna hitam yang lebih padat, selain itu juga untuk mencuci kristal. Pencucian dengan aquades dihindari karena kristal kompleks ini mudah larut dalam air.

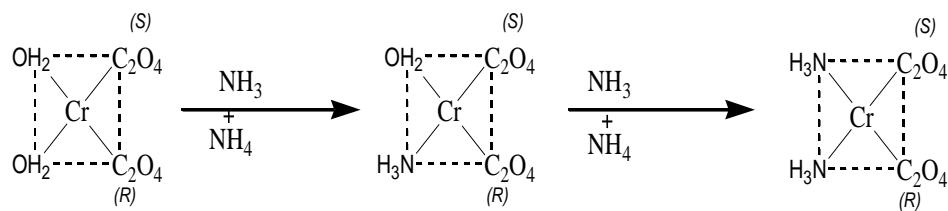
Pada percobaan ini didapatkan Kristal cis- KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) 4,6 gram dengan rendemen 223,25 %. Rendemen yang didapat lebih dari 100 % karena masih terdapat banyak pengotor pada kristal tersebut.

## V. Uji kemurnian Kompleks Cis Trans-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III)

Uji ini bertujuan untuk membedakan yang mana isomer cis kalium dioksalatodiakuokromat dan isomer transnya. Kristal kompleks yang diperoleh dari percobaan, diletakkan pada kertas saring. Lalu dilakukan penetesan ammonia encer.

Pada isomer Cis- KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) setelah ditambah  $\text{NH}_3$  maka akan membentuk larutan berwarna hijau tua. Senyawa ini memiliki kelarutan yang lebih tinggi daripada isomer trans, sehingga dengan penetesan air , kristal tersebut akan cepat larut. Warna hijau sendiri merupakan warna dari senyawa kompleks dari cis diammindioksalatokromat(III). Ligan  $\text{H}_2\text{O}$  dapat digantikan oleh ligan  $\text{NH}_3$  karena ligan  $\text{H}_2\text{O}$  pada posisi cis memiliki daya tolakan yang besar sehingga mudah di gantiakan oleh  $\text{NH}_3$ .

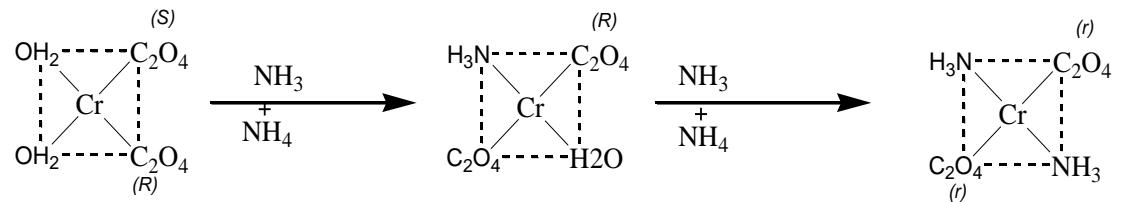
Reaksi Kompleks Cis -KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) dengan  $\text{NH}_3$



(Keenan, 1991)

Pada saat ditambahkan  $\text{NH}_3$  kedalam kompleks Trans-KaliumdioksalatodiaquoKromat (III) akan membentuk larutan yang berwarna coklat muda, yang merupakan senyawa kompleks dari trans diammindioksalatokromat(III).

Reaksi Kompleks Trans-diammindioksalsalatoKromat (III):



(Keenan, 1991)

Senyawa trans yang terbentuk sangat sedikit. Hal ini dikarenakan pada percobaan ini terdapat akuades yang berlebihan. Padahal akuades merupakan ligan yang memiliki efek trans yang jelek, sehingga dengan banyaknya aquades yang ada dalam larutan semakin membuat sulit untuk membentuk isomer trans.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Basri, 1996, "Kamus Kimia", Rineka Cipta, Jakarta
- Brady, 1992, "Kimia Universitas-Asas dan Struktur", Erlangga, Jakarta
- Cahyono, 1991, "Segi Praktis dan Metode Pemisahan Senyawa Organik", Kimia MIPA, UNDIP, Semarang
- Daintith, 1994, "Kamus Lengkap Kimia", Erlangga, Jakarta
- Cotton and Wilkinson. 1989. "*Kimia Anorganik Dasar*". UI Press,Jakarta.
- Fessenden, 1992, Kimia Organic Chemistry, Willard Grant Press, Boston
- Keenan, 1991, Ilmu Kimia Untuk Universitas, Erlangga, Jakarta
- Rivai, 1995, "Asas Pemeriksaan Kimia", UI Press, Yogyakarta
- Sukardjo, 1992, "Kimia Anorganik", Bina Aksara, Yogyakarta
- Vogel, 1985, "Buku Teks Analisis Organik Kualitatif Makro dan Semimikro", PT Karman Media Pustaka, Jakarta