



## Sintesis Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida dengan Reaksi Langsung

Meisya Victoria Amanda, Nabilah Salma Nur Azizah Prayogo, Nur Laili Eviana Indah Kurnia\*

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5, Kota Malang, 65145, Indonesia

\*Corresponding author, email: nur.laili.2103326@students.um.ac.id

Paper received: 3-6-2023; accepted: 15-6-2023; published: 30-6-2023

### Abstract

In this research, the synthesis of chloropentaamminecobalt(III) chloride using one-pot solution method. The aim of this synthesis is to find out how to synthesize  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  and qualitatively test this complex compound using several methods, including testing for electrical conductivity, the presence of  $\text{Cl}^-$  ions with certain reagents, and characterization using powder XRD. The synthesis process begins by mixing anhydrous cobalt chloride with ammonium chloride, which is then followed by the addition of concentrated ammonia, hydrogen peroxide, and concentrated HCl. The synthesis results obtained were purplish red crystals with a yield of 17.27%. The resulting crystals were to be soluble in water and showed electrical conductivity of 831  $\mu\text{S}$  which is close to  $\text{CoCl}_2$  in solution. Testing for the presence of chloride ions ( $\text{Cl}^-$ ) using  $\text{AgNO}_3$  was also carried out, and produced a white precipitate of  $\text{AgCl}$ . This shows that the complex compound resulting from the synthesis has a tendency to be ionic and contains chloride ions, as countervailing anions. Thus, the synthesis of the chloropentaamminecobalt(III) chloride complex compound has been successfully carried out. The highest FoM value or Figure of Merit value produced is  $\text{Cu}_{1.8}\text{Se}$  with a FoM of 0.7148. These results show that the FoM value is not close to 1, so the synthesis was not successful.

**Keywords:** complex compound, chloropentaamminecobalt(III) chloride, synthesis

### Abstrak

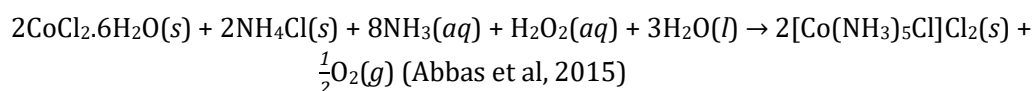
Dalam penelitian ini, sintesis senyawa kompleks kloropentaamin kobalt(III) klorida menggunakan metode *one-pot solution*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui cara sintesis senyawa kompleks kloropentaamin kobalt(III) klorida atau  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dan uji kualitatif senyawa kompleks tersebut melalui beberapa metode, diantaranya uji daya hantar listrik, peranan ion klorida, dan karakterisasi dengan menggunakan XRD serbuk. Proses sintesis dimulai dengan mencampur kobalt klorida anhidrat dengan amonium klorida, yang kemudian diikuti dengan penambahan amonia pekat, hidrogen peroksida, dan HCl pekat. Hasil sintesis yang diperoleh berupa kristal berwarna merah keunguan dengan rendemen sebesar 17,27%. Kristal yang dihasilkan larut dalam air dan menunjukkan konduktivitas listrik sebesar 831  $\mu\text{S}$  yang mendekati  $\text{CoCl}_2$  dalam larutan. Pengujian keberadaan ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) menggunakan  $\text{AgNO}_3$  juga telah dilakukan, dan menghasilkan endapan putih  $\text{AgCl}$ . Hal ini menunjukkan bahwa senyawa kompleks hasil sintesis memiliki kecenderungan bersifat ionik yang mengandung ion klorida, sebagai anion pengimbang. Dengan demikian, sintesis senyawa kompleks kloropentaamin kobalt(III) klorida telah berhasil dilakukan. Dihasilkan Nilai FoM atau nilai Figure of Merit yang paling tinggi adalah  $\text{Cu}_{1.8}\text{Se}$  dengan FoM sebesar 0,7148. Hasil tersebut menunjukkan Nilai FoM tidak mendekati 1, sehingga sintesis tidak berhasil dilakukan.

**Keywords:** senyawa kompleks; kloropentaamin kobalt(III); sintesis

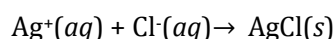
## 1. Introduction

Dalam bidang kimia koordinasi akan mempelajari pembentukan suatu senyawa melalui pembentukan ikatan kovalen koordinasi antara logam atau ion logam dengan spesi yang berupa ion ataupun molekul netral yang mempunyai pasangan elektron bebas atau elektron phi (Budi, 2015). Dengan kata lain, senyawa koordinasi akan terbentuk karena adanya ikatan antara ligan dengan ion pusat (Sembiring et al, 2021). Senyawa koordinasi atau biasa disebut dengan senyawa kompleks adalah suatu ion logam yang akan dikelilingi dengan ligan. Ligan adalah anion atau molekul yang dapat menyumbangkan elektron ke dalam orbital-*d* ion logam dan membentuk ikatan (Hermawati, 2016). Sebagai contoh ligan yang umum digunakan adalah ligan kloro ( $\text{Cl}^-$ ), siano ( $\text{CN}^-$ ), amin ( $\text{NH}_3$ ), etilendiamin, dan EDTA.

Dalam membentuk senyawa kompleks, atom pusat yang digunakan berasal dari logam yang dikenal sebagai logam transisi. Muatan atom pusat berasal dari tingkat oksidasi logamnya. Oleh sebab itu, pada logam tersebut memiliki lebih dari satu keadaan oksidasi. Sifat tersebutlah yang akan memungkinkan logam transisi bertindak sebagai asam Lewis (Hermawati et al, 2016). Pada percobaan ini digunakan ion logam Co(III) yang merupakan contoh logam dengan logam transisi blok d dengan konfigurasi elektron  $d^7$ . Logam Co(III) memiliki sifat diantaranya, paramagnetik, dapat terurai pada suhu pemanasan  $150^\circ\text{C}$  dan memiliki kelarutan 0,4 gram per 100 mL air pada suhu ruang (Abbas, 2015). Sedangkan untuk ligan yang digunakan adalah ligan amina dan kloro. Adapun untuk mensintesis senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  digunakan beberapa reagen tertentu seperti  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$  pekat,  $\text{HCl}$  pekat, dan beberapa padatan garam yang sesuai. Metode sintesis yang digunakan adalah *one-pot solution reaction*, dalam proses ini merupakan strategi sintesis untuk meningkatkan efisiensi reaksi kimia dengan reaktan yang nantinya terjadi reaksi kimia berturut-turut hanya dalam satu reaktor atau satu tempat. Adapun persamaan reaksi yang terjadi pada sintesis senyawa kompleks ini adalah sebagai berikut:



Pada percobaan ini juga dilakukan uji daya hantar listrik senyawa kompleks yang telah disintesis beserta garamnya. Uji daya hantar listrik pada larutan senyawa kompleks dapat dibandingkan dengan larutan standar pada konsentrasi yang sama untuk mengetahui apakah senyawa kompleks tersebut berbentuk molekuler atau ionik. Apabila daya hantar listrik senyawa kompleks lebih besar dari larutan standar yang digunakan maka senyawa kompleks bersifat ionik dan apabila nilai daya hantar listriknya mendekati daya hantar listrik pada larutan standar maka bersifat molekuler (Wulfsberg, 2000). Selain itu, juga dilakukan uji kualitatif untuk menentukan keberadaan ion klor ( $\text{Cl}^-$ ) dengan menggunakan reagen tertentu seperti  $\text{AgNO}_3$ . Sehingga, nantinya akan menghasilkan endapan  $\text{AgCl}$  yang berwarna putih. Hal tersebut menandakan bahwa dalam senyawa kompleks tersebut positif mengandung ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ). Adapun persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Selanjutnya, untuk karakterisasi dilakukan dengan menggunakan XRD serbuk. Pada hal ini, bertujuan untuk menganalisis cepat non destruktif yang terutama digunakan untuk identifikasi fase bahan kristal dan dapat memberikan informasi tentang dimensi unit sel. Bahan yang dianalisis adalah dapat berupa bahan padat (terutama yang mempunyai struktur kristal) berbentuk powder atau tepung.

Senyawa kompleks menjadi suatu hal yang menarik untuk diteliti dan disintesis karena memiliki banyak aplikasi dalam berbagai bidang. Seperti halnya kesehatan, perangkat elektronik, industri dan lain sebagainya (Mikhailenko, 1990). Pada percobaan ini senyawa kompleks kloropentaamin kobalt(III)klorida dapat membentuk polimer koordinasi dan bersifat antiferomagnetik (Young, 1967). Polimer sendiri berguna untuk pengembangan perangkat layar elektrokimia dan sel elektrokimia. Selain itu, polimer memiliki sifat ringan, fleksibilitas tinggi, dan kemampuan fabrikasi pada suhu rendah (Balta'-Colleja, 2005). Pada percobaan ini dilakukan untuk mengetahui metode sintesis senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dan uji kualitatif senyawa kompleks tersebut melalui beberapa metode, diantaranya uji daya hantar listrik, keberadaan ion  $\text{Cl}^-$  dengan reagen tertentu, dan karakterisasi dengan menggunakan XRD serbuk.

## 2. Method

Pada percobaan kali ini alat yang kami gunakan adalah gelas kimia 50 mL, batang pengaduk, *hot plate*, kertas saring, corong buchner, lemari es, dan pengaduk magnetik. Untuk bahan yang digunakan adalah padatan kobalt klorida anhidrat, aquades, padatan amonium klorida merk emsure, amonia pekat, hidrogen peroksida 30 % merk emsure, HCl pekat, Etanol dan air es.

Pada percobaan ini dilakukan tiga tahap untuk membuat senyawa kompleks kloropentaamin kobalt(III)klorida. Tahap pertama adalah pembuatan ligan, dilakukan dengan cara dilarutkan 1,7 gram padatan garam amonium klorida dengan 10 mL larutan amonia pekat dalam gelas kimia. Kemudian diaduk terus menerus hingga homogen. Tahap kedua adalah pembentukan ion pusat dan senyawa kompleks, dilakukan dengan cara ditimbang 3,3 gram padatan kobalt klorida dan ditambahkan secara bertahap ke dalam campuran sebelumnya sampai terbentuk bubuk berwarna coklat. Kemudian ditambahkan 2.7 mL hidrogen peroksida 30 % secara perlahan akan terbentuk buih. ketika buih berhenti Ditambahkan 10 mL HCl pekat secara perlahan kemudian diaduk. Sambil diaduk campuran dipanaskan diatas hotplate dan dipertahankan pada suhu  $85^\circ\text{C}$  selama 20 menit.

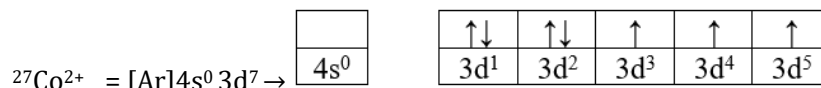
Tahap ketiga adalah proses kristalisasi, dilakukan dengan didinginkan campuran hingga mencapai suhu kamar, kemudian dilakukan penyaringan menggunakan corong buchner untuk memperoleh kristal, lalu kristal dicuci dengan 30 mL etanol dengan cara memutar hingga mengenai seluruh kristal dan dikeringkan untuk memperoleh padatan. Serbuk kompleks hasil sintesis dikarakterisasi dengan XRD serbuk (Rigaku Miniflex 600, Cu  $\text{K}\alpha$  dengan detektor D/teX ultra1-D yang diperasikan pada 40 kV dan 15 mA).

## 3. Result and Discussion

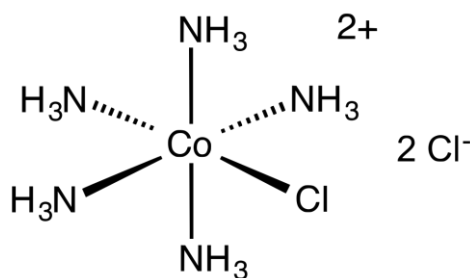
### Sintesis Pentaamin Kobalt(III) Klorida

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun atas ion pusat atau logam dengan logam yang mengelilinginya membentuk molekul netral atau ion dengan ikatan kovalen koordinasi (Farianti, 2000). Ion pusat dapat didefinisikan sebagai logam bermuatan positif, terdapat orbital d yang kosong dan bertindak sebagai akseptor pasangan elektron. Sedangkan ligan merupakan molekul netral atau anion yang memiliki minimal satu pasang elektron bebas dan bertindak sebagai donor pasangan elektron (Jolly, 1991). Sintesis senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dilakukan dengan mencampurkan antara kobalt klorida anhidrat ( $\text{CoCl}_2$ ) dengan amonium klorida( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Sintesis senyawa kompleks kobalt dengan ligan  $\text{NH}_3$  yang merupakan ligan monodentat membentuk senyawa kompleks yang berwarna merah keunguan.

Co merupakan ion pusat, sedangkan NH<sub>3</sub> dan Cl<sup>-</sup> merupakan ligan yang membentuk ikatan kompleks dengan ion pusat Co. Dalam hal ini, Co bermuatan +2 dan memiliki orbital *d* yang tidak terisi penuh oleh elektron, sehingga ion pusat Co merupakan ion logam transisi karena memiliki orbital kosong yang berperan sebagai penerima elektron (Saria et al. 2012). Sedangkan NH<sub>3</sub> merupakan anion dan ligan yang memiliki satu pasang elektron bebas yang didonorkan pada ion pusat Co. Ikatan antara ion pusat dan logam terjadi karena adanya donor elektron dari ligan pada ion pusat sebagai akseptor pasangan elektron. Ikatan ini disebut dengan ikatan kovalen koordinasi (Musfiroh, 2013). Berikut merupakan konfigurasi elektron dari Co<sup>2+</sup>.



**Gambar 1. Konfigurasi elektron dari Co<sup>2+</sup>**



**Gambar 2. Struktur senyawa kompleks [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> hasil sintesis**

Hasil sintesis menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna merah keunguan ditunjukkan dalam lampiran no 12. Senyawa kompleks dengan warna yang menarik ini, terbentuk dikarenakan adanya logam transisi yang terlibat dalam senyawa kompleks. Konfigurasi elektron logam transisi menempati orbital *d*. Atom Co memiliki elektron-elektron pada orbital *d* yang tidak penuh. Hal ini menyebabkan elektron pada orbital *d* tersebut dapat berpindah tempat. Elektron dengan energi rendah akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi (terekstisasi) dengan menyerap warna misalnya energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu (Saria et al. 2012). Perbedaan energi antara atom yang berada pada keadaan dasar dengan atom yang berada pada keadaan tereksitasi sama dengan energi foton yang diserap dan berbanding terbalik dengan gelombang cahaya. Hanya gelombang-gelombang tertentu saja yang dapat diserap (gelombang yang memiliki energi sama dengan energi eksitasi), senyawa tersebut akan memperlihatkan warna komplementer (gelombang cahaya yang tidak terserap). Sehingga apabila dilihat melalui lingkaran warna dasar pada Gambar 3, gelombang cahaya pada senyawa kompleks [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Cl]Cl<sub>2</sub> menyerap warna hijau kekuningan.



**Gambar 3. Lingkaran warna (Sumber:[www.nuralllearning.com](http://www.nuralllearning.com) )**

Kristal hasil sintesis senyawa kompleks yang diperoleh ditimbang dengan rendemen sebesar 17,27%. Hasil rendemen ini diperoleh melalui perhitungan mol dari  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan untuk menghitung massa kristal teoritis. Perhitungan rendemen dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Lestari, 2014):

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa kristal teoritis}}{\text{Massa kristal teoritis}} \times 100\%$$

Dari hasil persentase *yield* yang didapatkan tergolong rendah. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena beberapa hal, diantaranya adanya reaksi samping yang akan mengurangi jumlah produk yang dihasilkan, masih terdapat kontaminan ataupun pengotor lainnya, dan kondisi reaksi yang kurang optimal atau terdapat Interaksi logam dengan ligan yang terbentuk tidak stabil.

Selanjutnya, kristal berupa serbuk merah keunguan yang dihasilkan dari sintesis ini dilakukan uji kelarutan dengan air. Ketika kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dilarutkan ke dalam air, menunjukkan bahwa  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  merupakan kristal yang larut dalam air. Hal ini ditunjukkan dengan melarutnya seluruh padatan kristal sehingga terbentuk larutan yang homogen dan tidak bisa dibedakan antara air maupun padatan kristal. Air merupakan pelarut polar yang memiliki tetapan dielektrik yang tinggi yaitu sekitar 80,10 pada suhu 20°C. Sehingga, senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  yang merupakan senyawa ionik mudah larut dalam air. Hal ini juga dijelaskan oleh (Effendy, 2016) bahwa senyawa ionik mudah larut dalam pelarut polar yang mempunyai tetapan dielektrik ( $\epsilon_0$ ) yang tinggi.

Hasil sintesis diuji daya hantar listriknya. Daya hantar listrik merupakan ukuran kekuatan larutan yang dapat menghantarkan listrik (Harrizul, 1995). Berdasarkan teori koordinasi Werner, kompleks purpureo yaitu senyawa yang berwarna ungu  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , bilangan koordinasi ion kobalt adalah enam. Senyawa kompleks dengan bilangan koordinasi enam cenderung memiliki struktur oktahedral. Ketika dibuat larutan dari  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dan diukur dengan konduktometer, dihasilkan 831  $\mu\text{S}$ . Sedangkan pada larutan  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dihasilkan pengukuran sebesar 836  $\mu\text{S}$  dan pada larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dihasilkan pengukuran sebesar 2,78  $\mu\text{S}$ . Sehingga hasil pengukuran pada  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hampir mendekati hasil pengukuran pada  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  merupakan senyawa ionik yang ditandai

dengan terbentuknya muatan ion. Ion pusat Co memiliki muatan 2+ sedangkan Cl memiliki muatan -.

**Tabel 1. Data Daya Hantar Listrik**

Senyawa	Daya Hantar Listrik ( $\mu\text{S}$ )
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	836
$\text{NH}_4\text{Cl}$	278
Sampel	831

Senyawa ionik memiliki daya hantar listrik yang rendah dalam keadaan padat tetapi tinggi dalam keadaan lebur atau dalam keadaan terlarut dalam pelarut polar. Dalam hal ini, pelarut polar yang digunakan adalah air. Daya hantar yang tinggi senyawa ionik dalam keadaan lebur dan dalam keadaan larutan ini disebabkan oleh adanya kation-kation dan anion-anion yang dapat bergerak bebas di bawah pengaruh medan listrik (Effendy, 2016).

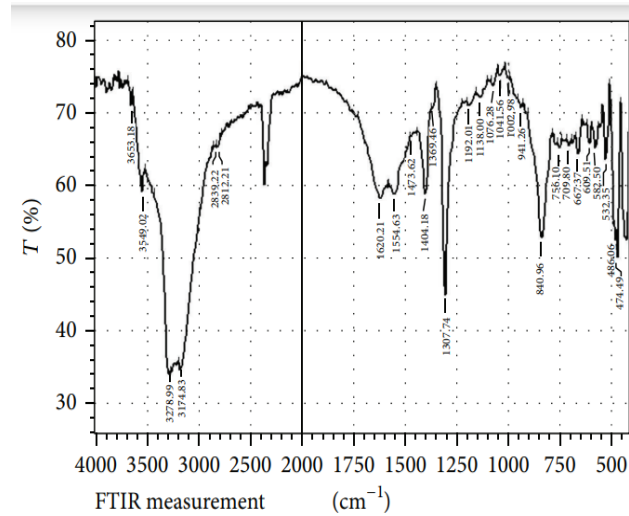
Namun, hasil tersebut tidak sesuai dengan teori. Menurut (Hilya, 2010) menyatakan bahwa daya hantar listrik senyawa kompleks lebih besar dari larutan standar yang digunakan maka senyawa kompleks bersifat ionik dan apabila nilai daya hantar listrik mendekati daya hantar listrik pada larutan standar maka bersifat netral. Dan menurut (Effendy, 2016) senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  adalah senyawa ionik. Sehingga berdasarkan kedua literatur ini, hasil sintesis tidak menunjukkan senyawa ionik. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan suhu, tekanan dan kelembaban ketika sintesis berbeda dengan teori. Terdapat kontaminasi ketika sintesis dan kestabilan kompleks (tidak mudah terdisosiasi menjadi ion bebas yang dapat menghantarkan listrik).

Kristal yang telah terbentuk, diuji dengan  $\text{AgNO}_3$  untuk menentukan keberadaan  $\text{Cl}^-$ . Dilarutkan sedikit padatan kristal dengan air lalu diteteskan  $\text{AgNO}_3$ . Dihasilkan endapan putih pada dasar tabung. Endapan tersebut merupakan  $\text{AgCl}$  yang mengindikasikan keberadaan  $\text{Cl}^-$ .  $\text{AgCl}$  merupakan senyawa berwarna putih yang tidak larut dalam air. Ketika  $\text{AgNO}_3$  ditambahkan pada larutan senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , maka akan terbentuk kompleks.  $\text{Ag}^+$  (ion perak) dari  $\text{AgNO}_3$  bereaksi dengan ion klorida yang berasal dari senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , terjadi pembentukan endapan putih klorida perak ( $\text{AgCl}$ ) yang tidak larut dalam air. Warna putih ini merupakan karakteristik dari perak klorida. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



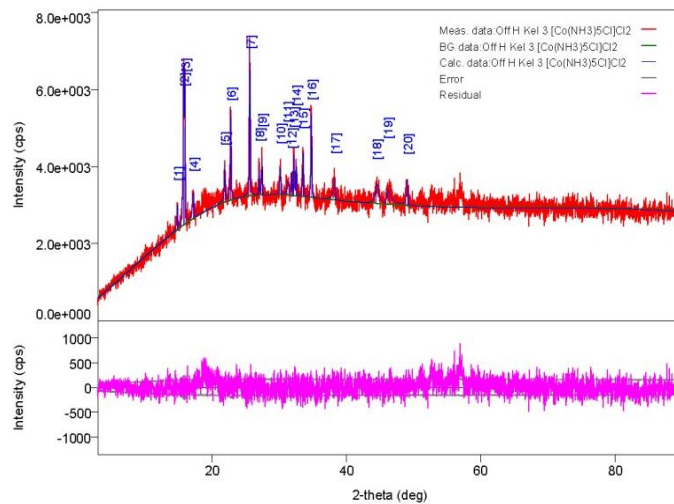
Sampel hasil sintesis dikarakterisasi dengan menggunakan beberapa metode. Adapun diantaranya adalah FTIR, UV-Vis, dan XRD serbuk. Namun, hasil sintesis yang kami lakukan hanya diuji karakterisasi menggunakan XRD serbuk untuk mengetahui berhasil atau tidaknya serbuk ungu kemerahan yang didapatkan merupakan senyawa kompleks  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . Berdasarkan literatur yang kami rujuk, dilakukan karakterisasi metode FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi apa saja pada senyawa kompleks yang kami sintesis dan dicocokkan dengan rumus kimia aslinya sudah sesuai atau tidak. Adapun hasil yang didapatkan berdasarkan literatur, didapatkan puncak pada 3278, 1620, 1307, 840, dan 486  $\text{cm}^{-1}$  yang sesuai dengan vibrasi ulur  $\text{NH}_3$ , vibrasi deformasi degenerasi  $\text{NH}_3$ , ligan, vibrasi deformasi simetris  $\text{NH}_3$ , vibrasi goyang  $\text{NH}_3$  dan  $\text{Co-NH}_3$ . Ditemukan pula puncak dengan nilai 840  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan

adanya gugus Co-Cl. Satu-satunya gugus fungsi  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  adalah N-H yang panjangnya harus sekitar 3100-3500 cm. Berikut adalah hasil FTIR pada senyawa kompleks literatur kami:



**Gambar 4. Hasil FTIR Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida berdasarkan Literatur**

Karakterisasi kristal Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida dilakukan dengan menggunakan PXRD (*Powder X-ray Diffraction*). XRD merupakan metode analisis yang memanfaatkan difraksi sinar-X untuk mengidentifikasi struktur kristal dari suatu sampel yang akan diidentifikasi. Melalui XRD, diketahui informasi mengenai jarak antar atom dalam suatu kristal, orientasi kristal dan distribusi atom dalam material.



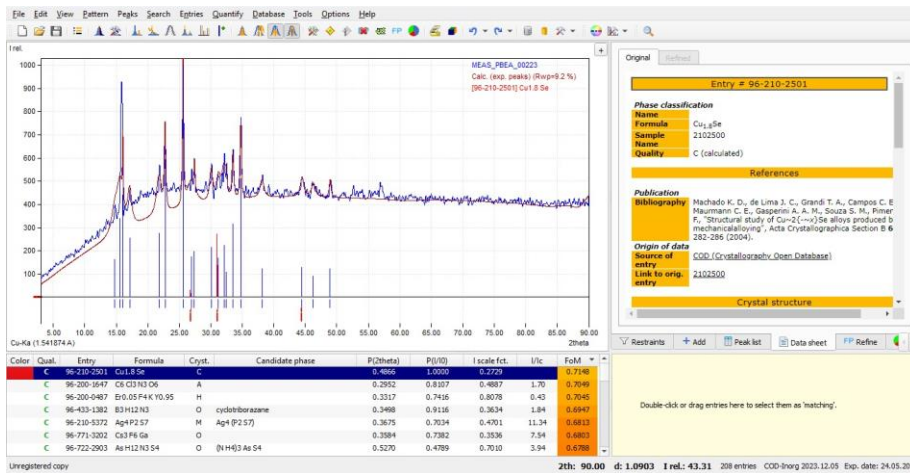
**Gambar 5. Hasil Analisis XRD Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida**

Berdasarkan Gambar 5, dapat diketahui bahwa Kloropentaamin kobalt(III) Klorida merupakan kristal. Hal ini dapat dilihat dari pola intensitas yang dihasilkan memiliki puncak-puncak tinggi dan meruncing. Hasil puncak Kloropentaamin kobalt(III) Klorida dapat dilihat pada tabel berikut

**Tabel 2. Daftar Puncak Hasil XRD Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida**

No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	14.83(4)	5.969(17)	498(64)	0.07(8)	70(13)	0.14(4)	2(8)
2	15.760(10)	5.619(4)	2826(153)	0.13(2)	614(127)	0.22(6)	0.8(3)
3	15.957(11)	5.550(4)	2524(145)	0.107(16)	358(115)	0.14(5)	2.0(12)
4	17.19(3)	5.153(9)	452(61)	0.25(4)	150(24)	0.33(10)	2.0(12)
5	21.888(16)	4.057(3)	698(76)	0.15(4)	176(19)	0.25(5)	3.0(15)
6	22.778(13)	3.901(2)	1808(123)	0.118(17)	341(18)	0.19(2)	2.3(14)
7	25.616(10)	3.4747(14)	3046(159)	0.129(11)	550(20)	0.181(16)	1.7(7)
8	26.997(8)	3.3000(9)	623(72)	0.08(2)	54(15)	0.09(3)	5(10)
9	27.43(2)	3.249(3)	771(80)	0.12(4)	130(19)	0.17(4)	1.8(18)
10	30.147(12)	2.9620(12)	547(68)	0.15(5)	105(20)	0.19(6)	2(2)
11	31.16(4)	2.868(4)	257(46)	0.31(8)	105(19)	0.41(15)	0.6(3)
12	31.843(9)	2.8080(8)	435(60)	0.11(3)	52(12)	0.12(4)	5(17)
13	32.133(13)	2.7834(11)	915(87)	0.13(2)	152(16)	0.17(3)	0.6(3)
14	32.492(12)	2.7534(10)	748(79)	0.11(3)	110(13)	0.15(3)	0.6(3)
15	33.516(14)	2.6716(11)	977(90)	0.15(2)	193(16)	0.20(3)	0.6(3)
16	34.770(18)	2.5780(13)	1747(121)	0.158(15)	321(22)	0.18(3)	1.1(5)
17	38.264(15)	2.3503(9)	424(59)	0.19(8)	158(22)	0.37(10)	5(6)
18	44.43(3)	2.0373(13)	366(55)	0.55(13)	327(51)	0.9(3)	0.5(6)
19	46.12(4)	1.9665(15)	277(48)	0.53(15)	260(48)	0.9(3)	0.5(5)
20	49.069(12)	1.8550(4)	558(68)	0.14(4)	142(19)	0.25(7)	2(3)

Untuk mengetahui fasa dari sampel yang disintesis, dapat digunakan software Match. Dimana prinsip software ini adalah membandingkan pola difraksi dari sampel yang diperoleh dari pengukuran XRD dengan database yang berisi pola difraksi pada referensi yang ada untuk mengidentifikasi fase yang terdapat dalam sampel. Selain itu, software ini juga mampu mengidentifikasi struktur kristal, parameter kisi, densitas dan volume kristal sampel.



**Gambar 6. Hasil Analisis dengan Software Match**

Hasil XRD yang diperoleh, didapatkan dua puluh puncak (20 peak). Nilai FoM atau nilai Figure of Merit yang paling tinggi adalah Cu<sub>1.8</sub>Se dengan FoM sebesar 0,7148. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil sintesis dengan hasil referensi memiliki ketidakcocokan karena, hasil yang memiliki kecocokan tinggi, terjadi apabila nilai FoM mendekati angka 1. Semakin mendekati 1 maka kecocokan antara data eksperimen dan data referensi akan semakin baik. Hasil yang diperoleh dari karakterisasi XRD berupa difraktogram atau pola difraksi dengan

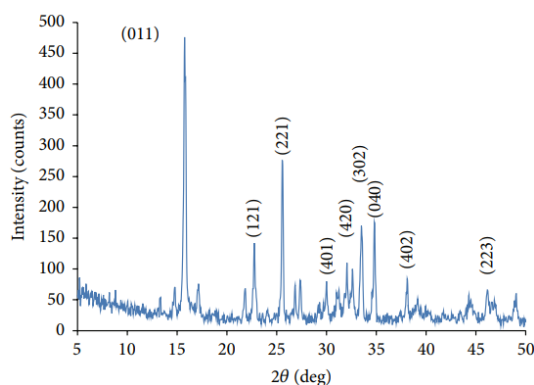


puncak-puncak intensitas yang bervariasi sepanjang  $2\theta$  (Junaidi et al. 2023). Seharusnya, FoM tertinggi merujuk pada  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  senyawa yang disintesis. Namun, hasil yang ditunjukkan merujuk pada  $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ . Persentase Cu sebesar 59,2% dan Se sebesar 40,8%.  $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$  ini dapat dicari pada COD nomor 2101500

**Tabel 3. Data Kristal**

Formula sum	$\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$
Figure of Merit (FoM)	0,7148
2 theta correction	$-0,245^\circ$
Space group	Fm-3m
Crystal system	Cubic
Unit cell	$a = 5,7762 \text{ \AA}$
Density	$6,751 \text{ g/cm}^3$

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Abbas et al. 2015) hasil XRD memiliki puncak-puncak lebih sedikit dari pada hasil XRD yang dihasilkan. Gambar 7 merupakan hasil XRD yang diperoleh dari penelitian (Abbas et al. 2015). Hasil XRD menunjukkan bahwa senyawa hasil sintesis merupakan kristalin yang ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak meruncing. Puncak dengan intensitas tertinggi pada  $2\theta(\text{deg})$  yaitu 15,7313.



**Gambar 7. Hasil XRD Kloropentaamin Kobalt(III) Klorida berdasarkan Literatur**

#### 4. Conclusion

Percobaan Sintesis kloropentaamin kobalt (III) klorida dilakukan dengan metode *one pot solution* yang menghasilkan warna merah keunguan. Diperoleh massa kloropentaamin kobalt (III) klorida sebesar 0,597 gram, didapatkan rendemen sebesar 17,27% dengan daya hantar listrik sebesar 831  $\mu\text{S}$ . Percobaan ini terbukti mengandung ion  $\text{Cl}^-$  karena menghasilkan endapan putih ketika direaksikan dengan  $\text{AgNO}_3$ . Nilai FoM tidak mendekati 1, sehingga sintesis tidak berhasil dilakukan.

#### Acknowledgement

Ucapan terima kasih disampaikan kepada (1) Husni Wahyu Wijaya, Ph.D dan Danar, M.Sc selaku dosen pengampu perkuliahan Praktikum Sintesis Anorganik (Genap 2023/2024)

dan (2) Dr. Yessi Permana dan Siti Hartinah Qurbayni (Yessi Lab, Kimia, ITB) yang memfasilitasi karakterisasi sampel hasil sintesis sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan artikel ini hingga akhir.

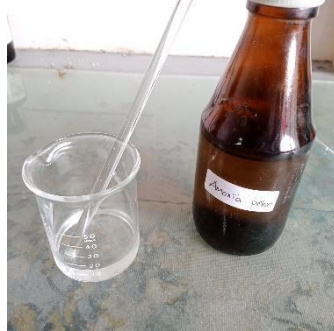
## References

- Abbas, Nada K., Majeed Ali Habeeb, and Alaa J. Kadha. Algidsawi. 2015. "Preparation of Chloro Penta Amine Cobalt(III) Chloride and Study of Its Influence on the Structural and Some Optical Properties of Polyvinyl Acetate." *International Journal of Polymer Science* 2015. doi: 10.1155/2015/926789.
- Balta-Colleja, G. H. Michler dan F. J. 2005. *Sifat Mekanik Polimer Berdasarkan Struktur Nanostruktur Dan Morfologi*. Taylor & Francis, Boca Raton, Fla, USA.
- Budi, Setia. 2015. "Pengenalan Tentang Kimia Koordinasi, Atom Pusat, Dan Ligan." *Kimia Anorganik 3* 1.1-1.40.
- Effendy. 2016. *Perspektif Baru Ikatan Ionik*. 3rd ed. Malang: Indonesian Academic Publishing.
- Farianti. 2000. "Kriteria Pembentukan Struktur Senyawa Kompleks Logam."
- Harrizul, Rivai. 1995. "Asas Pemeriksaan Kimia : Kimia Analitis." (December):430. doi: 10.13140/RG.2.1.4643.0802.
- Hermawati, Eka Sulistya, Suhartana Suhartana, and Taslimah Taslimah. 2016. "Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Zn(II)-8-Hidroksikuinolin." *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi* 19(3):94-98. doi: 10.14710/jksa.19.3.94-98.
- I. I. Mikhalenko, Y. A. Zubarev, L. V. Krasnyi-Admoni, dan V. D. Yagodovskii. 1990. "Kompleksasi Paladium Dalam Penyerapan Oleh Serat Poliakrilonitril-Poli-2-Metil-5-." *Journal of Applied Chemistry Uni Soviet* 63:1337-41.
- Jolly, W. L. 1991. "Modern Inorganic Chemistry." II.
- Jr, S. Young Tyree. 1967. "Chloropentaamminecobalt (III) Klorida," dalam *Sintesis Anorganik*," volume 9,(McGraw-Hill).
- Junaidi, Junaidi, Muhammad Rizki, Daffa Abdul Malik, Dwi Asmi, Roniyus Marjunus, and Pulung Karo Karo. 2023. "Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan Sintesis Perak Nitrat (AgNO<sub>3</sub>) Menggunakan Metode Reduksi Kimia." *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika* 11(02):61-70. doi: 10.23960/2ftaf.v11i2.12308.
- Lestari, I., Afrida, and A. Sanova. 2014. "Sintesis Dan Karakterisasi Komplek Logam Cd Dengan Cupferron." *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains* 16(1)(Ii):1-8.
- Musfiroh, Vera. 2013. "PREPARASI LIGAN ANILINDITIOKARBAMAT SEBAGAI PENGOMPLEKS LOGAM TRANSISI MELALUI EKSTRAKSI CAIR-CAIR."
- Saria, Yosi Saria, Lucyanti Lucyanti, Nurlisa Hidayati, and Aldes Lesbani. 2012. "Sintesis Senyawa Kompleks Kobalt Dengan Asetilasetonato." *Jurnal Penelitian Sains* 15(3):2012.
- Sembiring, Zipora, Syaiful Bahri, Rinawati Rinawati, Adita Sukma Ramadhania, and Aura Dhyang Fiarizky. 2021. "Pengaruh Ligan Pada Sintesis Senyawa Kompleks Co(Ii) Dengan Ligan Basa Schiff N,N-Dimetil-4-(Feniliminometil)Anilin Dan 1,10-Fenantrolin." *Analit:Analytical and Environmental Chemistry* 6(02):180-88. doi: 10.23960/aec.v6.i2.2021.p180-188.
- Wulfsberg, G. 2000. *Kimia Anorganik*. Buku Ilmu Pengetahuan. Universitas.

Appendix



1. ditimbang kristal  $\text{CoCl}_2$



2. larutan amonia pekat



3. ditimbang kertas saring



4. ditimbang  $\text{NH}_4\text{Cl}$



5. ditambahkan amonia pekat setelah kristal  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  setelah kristal  $\text{CoCl}_2$



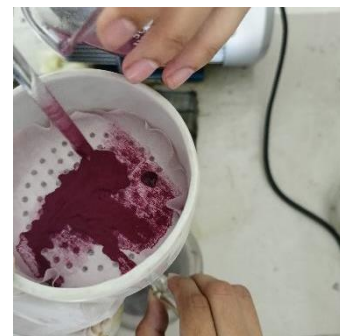
6. ditambahkan HCl pekat



7. dipanaskan diatas hotplate



8. didinginkan campuran dan disaring



9. kristal dicuci etanol



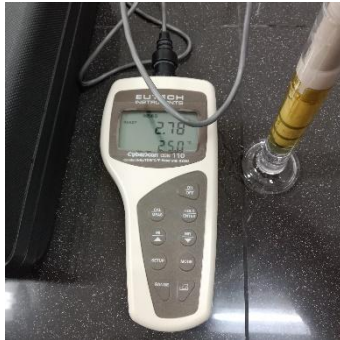
10. kristal dicuci aquades



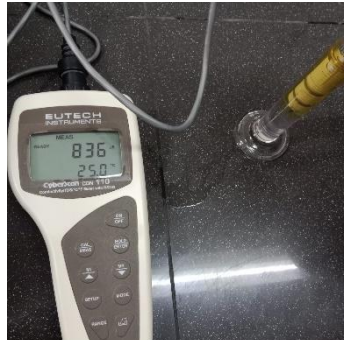
11. didapatkan kristal



12. berat kristal 0,597 gram



13. daya hantar listrik  $\text{NH}_4\text{Cl}$



14. daya hantar listrik  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



15. daya hantar listrik  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$