



## Sintesis Senyawa Kompleks Chloropentaammincobalt(III) Chloride

Amanda Rizki Maulidia<sup>a</sup>, Celine Audyta Berlian<sup>b\*</sup>, Nobitza Shafa Zafira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Kota Malang 65145, Indonesia

<sup>b</sup>Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Kota Malang 65145, Indonesia

\*Corresponding author, email: celine.audyta.2013326@students.um.ac.id

Paper received: 3-7-2023; accepted: 15-7-2023; published: 30-7-2023

### Abstract

Chloropentaammincobalt (III) chloride compound was synthesized by one-pot solution method using reagent  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , and  $\text{HCl}$ . Produced purple-reddish crystals weighing 1.08 grams. The crystals were characterized using XRD-Powder, FTIR, UV-Visible spectrophotometer, electrical conductivity, and chloride ion qualitative test. Based on the characterization results, the crystal lattice indexed to the orthorhombic structure, the crystal has an  $\text{NH}_3$  group, has an equivalent conductivity value of around  $253\text{-}254 \text{ cm}^{-1}\text{ohm}^{-1}\text{mol}^{-1}$  shows the number of  $\text{Cl}^-$  ions that can move (mobile), and carry current when compared to ammonia ions and has absorption at a maximum wavelength of 530 nm.

**Keywords:** Chloropentaammincobalt(III) chloride; XRD-Powder; FTIR; UV-Visible spectrophotometer

### Abstrak

Senyawa Chloropentaammincobalt(III) chloride disintesis dengan metode *one-pot solution* menggunakan reagen  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{HCl}$ . menghasilkan kristal berwarna ungu-kemerahan seberat 1,08 gram. Kristal kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD-Powder, FTIR, spektrofotometer UV-Visible, uji konduktivitas listrik, dan uji kualitatif ion klorida. Berdasarkan hasil karakterisasi didapatkan struktur kristal ortorombik, kristal memiliki gugus  $\text{NH}_3$ , memiliki nilai konduktivitas ekuivalen sekitar  $253\text{-}254 \text{ cm}^{-1}\text{ohm}^{-1}\text{mol}^{-1}$  yang menunjukkan jumlah ion  $\text{Cl}^-$  yang dapat bergerak (*mobile*) dan membawa arus jika dibandingkan dengan ion amonia serta memiliki serapan pada panjang gelombang maksimum pada 530 nm.

**Kata kunci:** kloropentaaminakobalt(III) klorida; XRD-Powder, FT-IR; spektrofotometer UV-Visible

## 1. Introduction

Unsur-unsur dalam tabel periodik sering kali dibagi ke dalam empat kategori: (1) unsur golongan utama, (2) logam transisi, (3) lantanida, dan (4) aktinida. Kompleks koordinasi adalah produk dari reaksi asam-basa Lewis dimana molekul netral atau anion (disebut ligan) berikatan dengan atom logam pusat (atau ion) melalui ikatan kovalen koordinasi. Semua orbital-d memiliki energi yang sama (terlepas dari bentuk dan/atau orientasi yang berbeda) pada ion logam kosong. Namun, beberapa orbital-d memiliki energi yang berbeda dari yang lain dalam kompleks logam. Ini disebut pemisahan orbital d.

Kobalt(III) membentuk kompleks oktahedral yang stabil. Contoh ligan yang umum adalah ion klorida. Ion logam yang membentuk senyawa koordinasi berasal dari kelompok logam yang dikenal sebagai logam transisi. Logam-logam ini memiliki lebih dari satu keadaan oksidasi. Sifat ini memungkinkan logam transisi bertindak sebagai asam Lewis (Gary, 2000). Kompleks logam yang digunakan adalah Chloropentaammincobalt(III) klorida yang merupakan senyawa paramagnetik (Mikhaleiko et al, 1990). Senyawa ini terurai pada pemanasan di atas 150°C. Kelarutannya adalah 0,4 g per 100 ml pada suhu 25°C (Young, 1967). Chloropentaammincobalt(III) chloride memiliki rumus kimia  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . Kobalt(II) klorida dioksidasi menjadi kobalt(III) klorida oleh hidrogen peroksida (oksidator). Dalam rumus struktur, satu ion klorida berikatan koordinasi ke ion logam pusat kobalt, sedangkan dua ion klorida lainnya tidak terikat melalui ikatan koordinasi dan tetap berada di luar lingkup koordinasi. Kedua ion klorida ini dapat dengan mudah diendapkan oleh  $\text{AgNO}_3$  sebagai  $\text{AgCl}$ , dari larutan kompleks.

## 2. Method

### Alat

Alat yang digunakan dalam percobaan ini, yaitu neraca analitik, gelas beaker 500 mL, gelas beaker 50 mL, kaca arloji, cawan penguapan, pipet tetes, pipet volume 5 mL, pipet volume 1 mL, batang pengaduk, *hotplate magnetic stirrer*, termometer, dan corong Buchner.

### Bahan

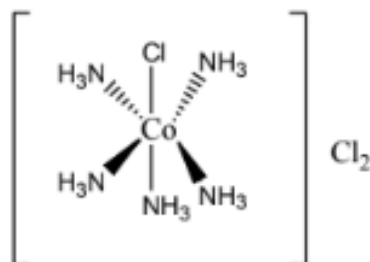
bahan yang digunakan dalam percobaan ini, yaitu padatan  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Merck KGaA, padatan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  Merck KGaA, larutan amonia pekat, larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% Merck KGaA, larutan HCl 36%, aquades dingin, dan etanol 95%. Bahan-bahan yang digunakan tidak dimurnikan lebih lanjut. Chloropentaammincobalt(II) chloride dikarakterisasi dengan XRD serbuk (Rigaku Miniflex 600, Cu  $K\alpha$  dengan detektor D/teX ultra1-D yang dioperasikan pada 40 kV dan 15 mA).

### Prosedur Kerja

Sebanyak 1,7 gram garam  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dilarutkan dalam 10 mL larutan  $\text{NH}_3$  pekat dalam gelas kimia 50 mL, diaduk hingga homogen menggunakan stirrer. Setelah itu ditambahkan 3,3 gram padatan  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ke dalam larutan sedikit demi sedikit sambil diaduk. Kemudian ditambahkan 2,7 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% dan 10 mL larutan HCl pekat secara bergantian melalui dinding tabung. Perlakuan tersebut dilakukan dalam penangas es dikarenakan reaksi bersifat eksoterm. Setelah itu dipanaskan larutan dan dipertahankan pada suhu 85°C selama 20 menit sambil diaduk. Setelah itu didinginkan larutan hingga mencapai suhu kamar dan disaring menggunakan corong buchner. Hasil kristal yang diperoleh merupakan kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . Kemudian kristal dicuci menggunakan air dingin sebanyak 5 mL dan dilanjutkan dengan 5 mL etanol 95% sebanyak 5 mL.

### 3. Results and Discussion

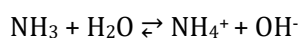
Senyawa kompleks koordinasi Pentaamminechlorocobalt(III) chloride adalah senyawa garam klorida berwarna ungu kemerahan, memiliki rumus kimia  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , bersifat diamagnetik (menurut teori orbital molekul) dan larut dalam air. Senyawa ini memiliki nama IUPAC Pentaamminechlorocobalt(III) chloride atau Pentaaminaklorokobalt(III) klorida. Senyawa tersebut digunakan untuk mengatasi masalah yang menyebabkan kerusakan serat dan perubahan warna pewarna.



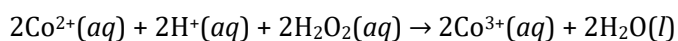
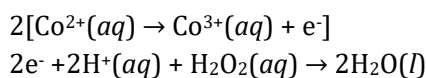
Gambar 1. Rumus struktur  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

Senyawa Pentaamminechlorocobalt(III) chloride disintesis dengan metode one-pot solution, dimana reagen-reagen yang digunakan, dicampur secara langsung dalam satu wadah yang sama. Perbandingan mol dari  $\text{Co} : \text{NH}_3 : \text{Cl}$  yang digunakan adalah 1 : 5 : 3. Perbandingan tersebut penting untuk diperhatikan ketika akan mensintesis senyawa Pentaamminechlorocobalt(III) chloride, karena jika perbandingan tersebut tidak tepat, maka kristal yang terbentuk akan tidak sesuai seperti yang diharapkan.  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  menjadi penyumbang ion  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  menjadi penyumbang ligan  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{HCl}$  pekat menjadi penyumbang ligan  $\text{Cl}^-$ .

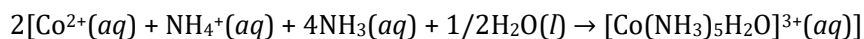
Sebanyak 1,7 gram garam  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dilarutkan dalam 10 mL larutan  $\text{NH}_3$  pekat dalam gelas kimia 50 mL. Campuran tersebut diaduk hingga homogen menggunakan *magnetic stirrer*. Diperoleh hasil berupa larutan tidak berwarna. Senyawa buffer tersebut digunakan sebagai penyumbang ligan  $\text{NH}_3$  pada sintesis senyawa  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . Hal tersebut bertujuan untuk menggeser reaksi ke kiri atau ke reagen dan  $\text{NH}_3$  yang terbentuk semakin banyak, sehingga menekan pembentukan produk yang berupa  $\text{NH}_4^+$ . Reaksi ini terjadi secara endoterm.



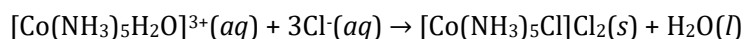
Setelah itu, ditambahkan 3,3 gram padatan  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ke dalam larutan sedikit demi sedikit sambil diaduk. Diperoleh larutan berwarna ungu. Ditambahkan 2,7 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% sedikit demi sedikit melalui dinding gelas beaker untuk mengoksidasi ion  $\text{Co}^{2+}$  menjadi ion  $\text{Co}^{3+}$ . Reaksi yang terjadi merupakan reaksi eksoterm sehingga proses penambahan tersebut dilakukan dalam *ice bath*. Larutan yang awalnya berwarna ungu berubah menjadi coklat yang menunjukkan terjadinya reaksi redoks dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



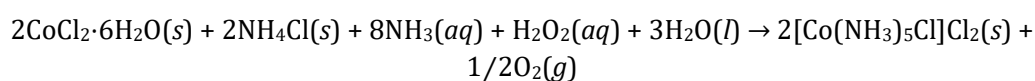
Pada tahap tersebut terjadi pula pembentukan ion Pentaammineaquocobalt(III)



10 mL larutan HCl pekat ditambahkan secara perlahan melalui dinding tabung. Perlakuan tersebut dilakukan dalam *ice bath* karena reaksi bersifat eksoterm. Penambahan HCl dilakukan untuk memasukkan 1 ligan  $\text{Cl}^-$  ke dalam ion Pentaammineaquocobalt(III) menggantikan ligan  $\text{H}_2\text{O}$ . HCl pekat digunakan untuk memperbanyak jumlah ion klorida sebagai ligan. Reaksi ini ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna ungu yang dan membentuk endapan berwarna ungu.



Persamaan reaksi total dalam sintesis senyawa kompleks ini adalah sebagai berikut:

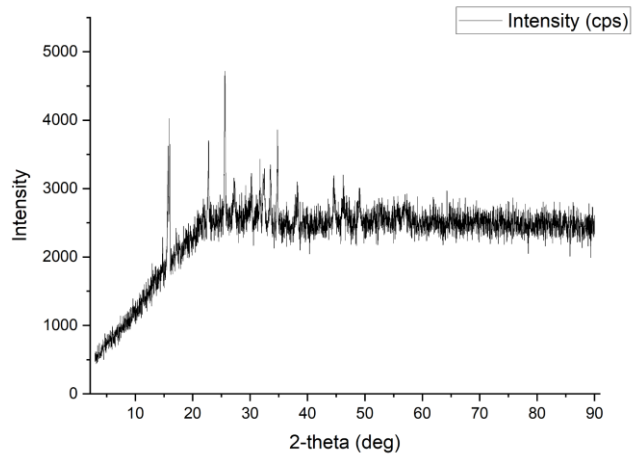


Setelah itu dipanaskan larutan dan dipertahankan pada suhu  $85^\circ\text{C}$  selama 20 menit sambil diaduk untuk memaksimalkan reaksi pembentukan kompleks Pentaamminechlorocobalt(III) chloride yang diinginkan. Setelah itu didinginkan larutan hingga mencapai suhu kamar dan disaring menggunakan corong buchner. Hasil kristal yang diperoleh merupakan kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . Kemudian kristal dicuci menggunakan air dingin sebanyak 5 mL. Dilanjutkan pencucian dengan 5 mL etanol 95% sebanyak 5 mL untuk melarutkan kelebihan ion yang masih terdapat pada endapan kristal (menempel pada endapan dan tertahan ketika disaring). pencucian ini juga mempermudah pengeringan kristal, karena titik didih etanol yang lebih rendah daripada air ( $78,37^\circ\text{C}$ ). Kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  yang dihasilkan adalah sebanyak 1,08 gram dengan wujud berupa serbuk padatan berwarna ungu.



Gambar 2. Pencitraan Sampel Pentaamminechlorocobalt(III) chloride

Kristal yang terbentuk dapat dikarakterisasi dengan XRD-Powder (*X-Ray Diffraction*), FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), spektrofotometer UV-Vis, uji konduktivitas listrik, dan uji kualitatif ion klorida untuk mengetahui apakah kristal hasil sintesis merupakan kristal yang diinginkan (Chloropentaamminecobalt(III) chloride) atau bukan. XRD powder adalah teknik ilmiah yang menggunakan difraksi sinar-X elektron pada sampel serbuk atau mikrokristalin untuk karakterisasi struktur bahan. Spektrum XRD powder dan data spektrum dari kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil sintesis adalah sebagai berikut :

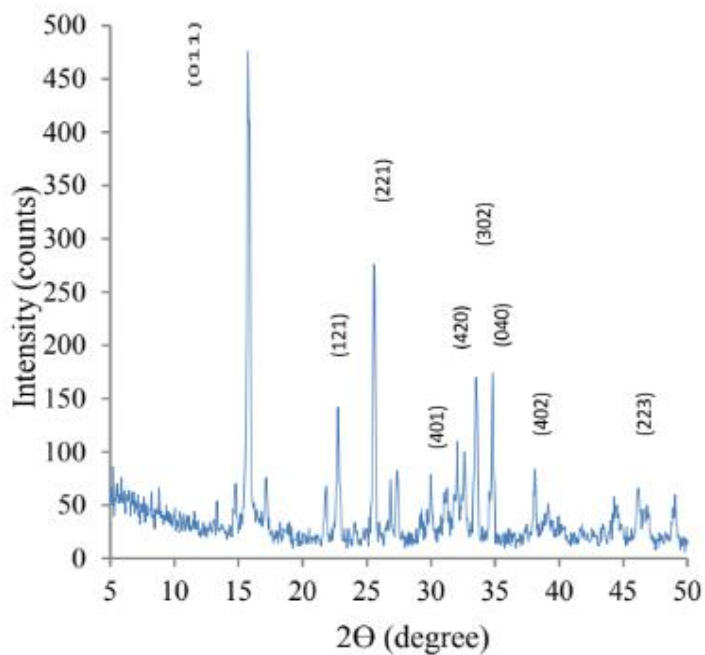


Gambar 3. Spektrum XRD-Powder  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil sintesis

Tabel 1. Berbagai puncak  $2\theta$   $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil sintesis

No	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int.I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	15,717(7)	5,634(3)	967(90)	0,44(2)	533(24)	0,55(8)	0,50(15)
2	25,590(13)	3,4782(17)	1766(121)	0,138(18)	356(18)	0,20(2)	0,7(3)
3	33,54(3)	2,670(2)	613(71)	0,19(5)	198(23)	0,32(7)	0,8(6)
4	34,79(2)	2,5769(17)	928(88)	0,18(2)	191(20)	0,21(4)	2,2(14)

Menurut Kirk, dkk (2000),  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  merupakan senyawa kristalin yang ditandai dengan adanya puncak yang tajam pada spektrum XRDnya.



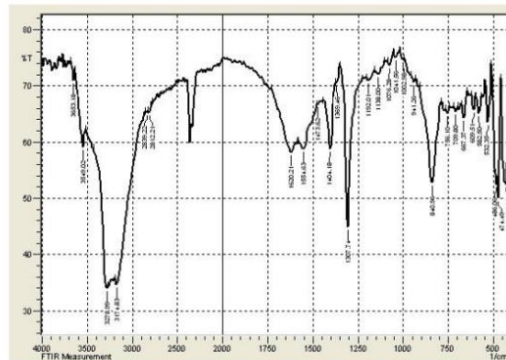
Gambar 4. Spektrum XRD-Powder  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  menurut JCPDS

Tabel 2. Berbagai puncak  $2\theta$   $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}\text{Cl}_2$  menurut JCPDS

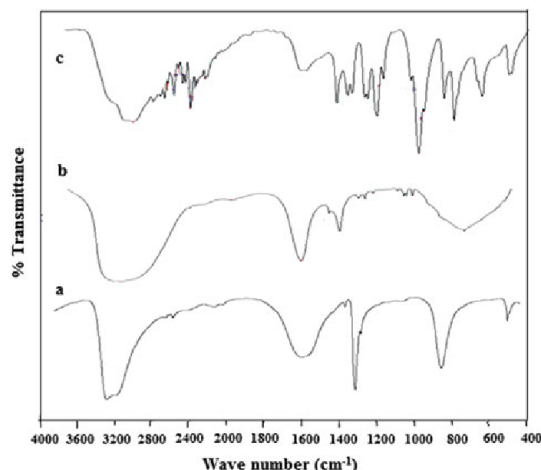
Material	$2\theta(\text{deg.})$	$d(\text{A}^\circ)$	$I/I_0$	FWHM (deg.)
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$	15,7313	5,59343	100	0,2763
	25,6011	3,47674	60	0,2046
	33,4837	2,6741	36	0,2359
	34,7279	2,5739	43	0,2143

Spektrum di atas menunjukkan puncak difraksi pada  $15,8313^\circ$ ;  $25,6011^\circ$ ;  $32,6249^\circ$ , dan  $34,8279^\circ$  yang mana sesuai dengan bidang (011), (221), (122), dan (040) pada kisi kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  yang diindeks ke struktur ortorombik. Berdasarkan hasil perbandingan kedua spektra dan data tersebut, kristal hasil sintesis merupakan kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  yang ditandai dengan kesesuaian pada hasil karakterisasi XRD powder dengan data berdasarkan ICDD. Puncak difraksi tajam pada spektrum XRD hasil percobaan terdapat pada  $15,717^\circ$ ;  $25,590^\circ$ ;  $33,54^\circ$ ; dan  $34,79^\circ$  yang mana sedikit berbeda atau tidak berbeda secara signifikan (hanya berbeda 0,xx) dengan letak puncak difraksi berdasarkan data ICDD. Nilai d spacing pada keduanya terdapat sedikit perbedaan yang mana menunjukkan adanya sedikit perbedaan pada kristal yang dihasilkan. Hal tersebut nampak jelas pula pada wujud kristal yang dihasilkan, yang berupa padatan berwarna ungu. Berdasarkan teori, kristal yang dihasilkan seharusnya berwarna ungu kemerahan. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, misalnya karena adanya perbedaan kondisi saat percobaan dan kondisi berdasarkan teoritis.

FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dapat digunakan untuk karakterisasi kristal hasil sintesis. Gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam struktur kristal nantinya akan menghasilkan puncak yang khas karena mengalami vibrasi elektronik yang berbeda-beda. Kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dianalisis dengan FTIR menggunakan pelet KBr, karena KBr tidak menyerap sinar IR. Spektrum FTIR  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  menunjukkan puncak pada  $3278$ ,  $1620$ ,  $1307$ ,  $840$ , dan  $485 \text{ cm}^{-1}$  yang sesuai dengan vibrasi ulur  $\text{NH}_3$ , vibrasi deformasi degenerasi ligan  $\text{NH}_3$ , vibrasi deformasi simetris  $\text{NH}_3$ , vibrasi goyang, dan vibrasi ulur  $\text{NH}_3$  dan  $\text{Co-NH}_3$  masing-masing. Puncak  $\text{Co-Cl}$  juga muncul sekitar  $840 \text{ cm}^{-1}$  (Abbas, dkk, 2015). Hasil tersebut mirip dengan hasil analisis FTIR  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  oleh Mohd. Hanief Najar dan Kowsar Majid (2013), yang mana terdapat puncak pada  $3283$ ,  $1593$ ,  $1307$ ,  $844$ , dan  $489 \text{ cm}^{-1}$ .



Gambar 5. Spektrum FTIR  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil sintesis Abbas, et. al (2015)



Gambar 6. Spektrum FTIR  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil sintesis Najar dan Majid (2013) (c)

Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk menganalisis kristal hasil sintesis.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  yang berwarna ungu menyerap warna komplementer ungu, yaitu warna hijau. Daerah serapan warna tersebut berada pada rentang panjang gelombang *Visible* 530-550 nm. Ion kobalt(III) memiliki orbital d yang terisi sebagian dengan konfigurasi elektron  $[\text{Ar}] 3d^6$ . Ketika ligan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{Cl}^-$  berkoordinasi dengan ion kobalt(III), mereka berinteraksi dengan orbital d dan menyebabkan transisi elektronik d-d. Transisi ini melibatkan eksitasi elektron dari orbital d yang berenergi lebih rendah ke orbital d yang berenergi lebih tinggi, dan transisi ini berhubungan dengan penyerapan panjang gelombang cahaya tertentu dalam spektrum tampak. Perbedaan energi antara keadaan dasar dan keadaan tereksitasi suatu kompleks menentukan warna yang diamati. Berdasarkan hasil analisis Lora (2011),  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 530 nm. Puncak absorbansi UV-Vis yang dihasilkan khas dari setiap senyawa. Puncak tersebut menunjukkan energi yang diperlukan atau diserap untuk mengeksitasi elektron orbital d yang berenergi lebih rendah ke orbital d yang berenergi lebih tinggi.

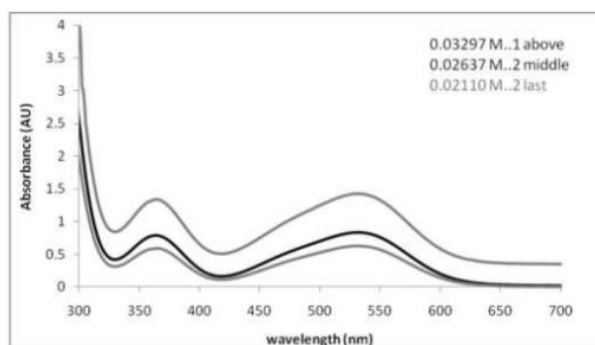


Figure 15: Electronic Absorption Spectra of  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  at different concentration

Gambar 7. Spektrum UV-Vis  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil analisis Lora (2011)



Tabel 3. Data absorbansi  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil analisis Lora (2011)

Absorbance 1 (AU)	Absorbance 2 (AU)	Concentration (mol/L)
1,31	1,43	0,3297
0,774	0,8312	0,2637
0,5838	0,6308	0,211

Penggunaan pengukuran konduktivitas memungkinkan penentuan jumlah ion dalam larutan. Pengukuran konduktivitas listrik larutan encer garam atau kompleks dianggap sebagai salah satu metode penting untuk mempelajari hubungan pasangan ion atau banyak ion tidak hanya dalam larutan berair tetapi juga dalam larutan non-air, atau campuran. Konduktivitas yang ditentukan secara eksperimental mencerminkan kontribusi semua ion yang ada dalam larutan yang bersifat mobile dan dapat membawa arus.

Ligan amonia yang merupakan molekul netral, memiliki mobilitas lebih rendah dibandingkan ion klorida, yang membawa muatan negatif. Ukuran ligan amonia juga lebih besar dibandingkan ion klorida, yang selanjutnya dapat mempengaruhi mobilitasnya. Ligan  $\text{Cl}^-$  memiliki mobilitas yang lebih besar sehingga ia dapat dihitung jumlahnya dengan melakukan pengukuran konduktivitas molar pada larutan  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ .

Tabel 4. Parameter termodinamika  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  dalam air dengan variasi suhu oleh El-Hammamy, et. al (2010)

T (K)	$\alpha^\circ$ ( $^\circ\text{A}$ )	$\Lambda_o$ ( $\text{ohm}^{-1} \text{equiv}^{-1} \text{cm}^2$ )	$K_A$	$\Delta E_s^\circ$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta H^\circ$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta G^\circ$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta S^\circ$ ( $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
303	3,53	200,90	542,43			-15,861	-776,48
308	3,83	221,23	114,49		-251,134	-12,139	-775,96
313	4,02	225,35	22,45	26,779		-8,095	-776,98
323	3,27	300,74	351,57			-15,793	699,92
333	1,73	544,03	2861,10		210,331	-22,035	667,79

Tabel 5. Data konduktivitas molar  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  hasil pengujian Fortin, et. al

Trial	Conc. of Sample	$k_{\text{sample}}$	$A_{\text{sample}}$	No. of Ions
1	0,025	$6,33 \times 10^{-3} / \Omega$	$253,2 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \Omega^{-1}$	3
2	0,025	$6,33 \times 10^{-3} / \Omega$	$254,4 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \Omega^{-1}$	3
3	0,025	$6,33 \times 10^{-3} / \Omega$	$254,0 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \Omega^{-1}$	3

Dari data di atas dapat dilihat jika  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  memiliki nilai konduktivitas ekivalen sekitar  $253\text{-}254 \text{ cm}^{-1} \text{ ohm}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  yang mana menunjukkan jumlah ion yang dapat bergerak (mobile) dan membawa arus, yaitu ion  $\text{Cl}^-$  sebanyak 3 berdasarkan data dari Mohammed Yimer (2017).



Tabel 6. Rentang konduktivitas molar untuk berbagai konduktor ion dalam larutan air

Number of ions	molar conductivity, $\Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$
2 (1:1)	96-150
3 (1:2)	225-273
4 (1:3)	380-435
5 (1:4)	540-560

#### 4. Conclusion

Senyawa Chloropentaamminecobalt(III) chloride disintesis dengan metode *one-pot solution* menggunakan reagen  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{HCl}$ . Perbandingan  $\text{Co}:\text{NH}_3:\text{Cl}$  yang digunakan adalah 1:5:3. Hasil sintesis berupa kristal berwarna ungu seberat 1,08 gram. Kemudian dikarakterisasi kristal tersebut menggunakan pengujian XRD-Powder, FTIR, konduktivitas molar, dan spektrofotometer UV-Vis. Didapatkan hasil yaitu kristal memiliki struktur ortorombik, memiliki gugus  $\text{NH}_3$ , memiliki nilai konduktivitas ekuivalen sekitar  $253\text{-}254 \text{ cm}^{-1}\text{ohm}^{-1}\text{mol}^{-1}$  yang menunjukkan jumlah ion  $\text{Cl}^-$  yang dapat bergerak (*mobile*) dan membawa arus jika dibandingkan dengan ion amonia serta memiliki serapan pada panjang gelombang maksimum pada 530 nm. Berdasarkan hasil karakterisasi kristal menggunakan P-XRD, didapatkan hasil yang sesuai dengan data JCPDS, yang mana menunjukkan bahwa kristal tersebut merupakan kristal  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ .

#### Acknowledgment (Optional)

Semua penulis menyampaikan terima kasih kepada (1) Husni Wahyu Wijaya, Ph.D dan Meyga Evi Ferama Sari, M.Si 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.

#### References

- Abbas, Habeeb, and Algidsawi. (2015). Preparation of Chloro Penta Amine Cobalt (III) Chloride and Investigate its Influence on the Structural Properties and Acoustical Parameters of Polyvinyl Alcohol. Journal of KUFA – Physics Vol.7/ No.2.
- B.D. Cullity. (1978). Elements of X-ray Diffraction Addison Wesley Mass. ISBN 0-201-01174-3
- El-Hammamy, N. H., El-Kholy, M. M., Ibrahim, Ghada. A., and Kawana, A. I. (2010). Conductance and ion association studies of unsymmetrical complex chloropentaamminecobalt(III) chloride in water at different temperatures. Advances in Applied Science Research, 2010, 1 (3): 168-17. ISSN: 0976-8610.
- Fortin, Dalton R., Alvendia, Krizzel Nina S., Gentolia, Randy B., Luna, Paula V., Puno, Jessica Kay M., and Ramos, Alyssa Alexis A. Synthesis and Characterization of Coordination Compound: Pentaamminechlorocobalt(III) chloride. Manila: Polytechnic University of the Philippines, Sta.
- Gary Wulfsberg. (2000). Inorganic Chemistry. University Science Books Pub., pp. 370-393.
- Gert G. Schlessinger. (1967). "Chloropentaamminecobalt(III) Chloride". Inorganic Syntheses.
- I. I. Mikhailenko, Yu. A. Zubarev, L. V. Krasnyi-Admoni, V. D. Yagodovskii. (1990). Journal of Applied Chemistry USSR (English Translation), vol. 63, pp. 1337-1341.

Inorganic Syntheses. Vol. 9. p. 160. doi:10.1002/9780470132401.ch43

Kirk, S., Solovyev, L., Blokhin, A., Mulagaleev, P. (2000). Academy of Science, Krasnoyarsk, Russia. ICDD Grant-in-Aid.

Lora. (2011). Synthesis, characteristics and analysis of Co(III) complexes n+ of the type[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>X]. Department of Chemistry, College of Science Sultan Qaboos University

Mohammed Yimer, Ali. (2017). Interpretation on Thoroughly Synthesis and Characterization of Carbonato Tetrammine and Chloropentaammine Cobalt(III) Complexes. 10.13140/RG.2.2.16801.20323.

Najar, Mohd & Majid, Kowsar. (2013). Synthesis, characterization electrical and thermal properties of nanocomposite of polythiophene with nanophotoadduct: A potent composite for electronic use. Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 24. 10.1007/s10854-013-1407-8.

S. Young Tyree Jr. (1967) "Chloropentaamminecobalt (III) Chloride". Inorganic Syntheses 9. McGraw-Hill Book Company, Inc. ch43, p. 160.

Williams, Gregory M; Olmsted, John, III; Preksa, Andrew P., III (1989). Coordination complexes of cobalt: inorganic synthesis in the general chemistry laboratory. Journal of Chemical Education. 66 (12): 1043-5. Bibcode:1989JChEd..66.1043W. doi:10.1021/ed066p104