

Sintesis dan Karakterisasi Garam Rangkap Kupri Amonium Sulfat Heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Mia Baizura^{1*}, Nadila Khairunnisa², Salsabila Hasna Putri³, Widya Rahayu Putri⁴

¹⁻⁴ Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: miabaizura2003@email.com¹

Abstract. This research focuses on the synthesis and characterization of the double salt copper(II) ammonium sulfate hexahydrate, $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. The study aims to obtain the compound in crystalline form and evaluate its properties through yield calculation, solubility testing, and Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. The synthesis involved reacting copper(II) sulfate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) with ammonium sulfate ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) under controlled conditions, followed by crystallization. The process produced 10.84 grams of crystalline $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ with an 86.23% yield, indicating efficient synthesis. Solubility tests showed that the crystals were polar, soluble in polar solvents like water and hydrochloric acid (HCl), partially soluble in ammonium hydroxide (NH_4OH), and insoluble in less polar solvents like ethanol and chloroform (CHCl_3). FTIR analysis confirmed the presence of functional groups such as O–H, N–H, and S–O stretching vibrations, supporting the proposed molecular structure. The findings demonstrate that $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ can be efficiently synthesized, and its physicochemical properties align with theoretical expectations. This study contributes to the understanding of double salt synthesis and characterization, relevant for inorganic chemistry, material science, and potential applications in catalysis and coordination chemistry.

Keywords: $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; double salt; FTIR spectroscopy; solubility test; synthesis.

Abstrak: Penelitian ini berfokus pada sintesis dan karakterisasi garam ganda tembaga(II) amonium sulfat heksahidrat, $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan senyawa dalam bentuk kristal dan mengevaluasi sifat-sifatnya melalui perhitungan rendemen, uji kelarutan, dan spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR). Sintesisnya melibatkan reaksi tembaga(II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dengan amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) dalam kondisi terkendali, diikuti dengan kristalisasi. Proses ini menghasilkan 10,84 gram kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan rendemen 86,23%, yang menunjukkan sintesis yang efisien. Uji kelarutan menunjukkan bahwa kristal tersebut bersifat polar, larut dalam pelarut polar seperti air dan asam klorida (HCl), sebagian larut dalam amonium hidroksida (NH_4OH), dan tidak larut dalam pelarut yang kurang polar seperti etanol dan kloroform (CHCl_3). Analisis FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus fungsi seperti vibrasi ulur O–H, N–H, dan S–O, yang mendukung struktur molekuler yang diusulkan. Temuan ini menunjukkan bahwa $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dapat disintesis secara efisien, dan sifat fisikokimianya sesuai dengan ekspektasi teoretis. Studi ini berkontribusi pada pemahaman sintesis dan karakterisasi garam ganda, yang relevan untuk kimia anorganik, ilmu material, dan potensi aplikasi dalam katalisis dan kimia koordinasi.

Kata kunci: $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; garam ganda; sintesis; spektroskopi FTIR; uji kelarutan.

1. LATAR BELAKANG

Senyawa kompleks merupakan hasil interaksi antara ion logam pusat dengan ligan yang terikat melalui ikatan koordinasi (Greenwood & Earnshaw, 2012). Salah satu senyawa kompleks yang menarik untuk dikaji adalah garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (Broer & Kemperman, 1947). Senyawa ini terbentuk melalui reaksi antara tembaga(II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dengan amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) dalam suasana berair, yang menghasilkan kristal berwarna biru muda (Cotton, Wilkinson, Murillo, & Bochmann, 1999). Senyawa kompleks seperti ini memiliki karakteristik fisis dan

kimia yang khas, sehingga penting untuk dilakukan sintesis dan karakterisasi guna memastikan keberhasilannya (Atkins, Overton, Rourke, Weller, & Armstrong, 2010).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan sintesis garam kompleks berbasis tembaga dan amonium, serta karakterisasinya menggunakan metode spektroskopi inframerah (FTIR) (Skoog, Holler, & Crouch, 2017). Teknik FTIR digunakan karena mampu memberikan informasi mengenai gugus fungsi penyusun kompleks, seperti keberadaan ikatan O–H dari molekul air kristal, ikatan N–H dari amonium, serta ikatan S–O dari sulfat (Silverstein, Webster, & Kiemle, 2014). Studi serupa menunjukkan bahwa analisis FTIR efektif dalam mengonfirmasi terbentuknya ikatan koordinasi dalam senyawa kompleks (Stuart, 2004).

Namun demikian, penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat masih relatif terbatas, terutama yang menekankan hubungan antara hasil sintesis, rendemen produk, dan data karakterisasi spektroskopi FTIR (Mohan, 2018). Di sinilah letak kebaruan penelitian ini, yaitu memberikan analisis yang lebih komprehensif tidak hanya pada aspek sintesis tetapi juga pada pembuktian keberhasilan melalui data spektroskopi (Shriver & Atkins, 2010). Urgensi penelitian ini adalah untuk memperkaya kajian tentang senyawa kompleks berbasis tembaga serta memberikan referensi eksperimen sederhana yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran maupun penelitian lanjutan di bidang kimia anorganik (Housecroft & Sharpe, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesis garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) melalui reaksi antara $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ serta mengkarakterisasinya menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terbentuk (Morrison & Boyd, 2010).

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks merupakan hasil interaksi antara ion logam pusat dengan ligan yang berikatan melalui ikatan koordinasi (Greenwood & Earnshaw, 2012). Ion logam berperan sebagai akseptor pasangan elektron, sedangkan ligan bertindak sebagai donor pasangan elektron. Salah satu logam transisi yang banyak membentuk kompleks adalah tembaga (Cu), terutama dalam keadaan oksidasi +2. Ion Cu^{2+} dapat berkoordinasi dengan ligan seperti amonia, amonium, sulfat, maupun molekul air untuk membentuk kompleks yang stabil (Cotton, Wilkinson, Murillo, & Bochmann, 1999).

Garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat, $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, merupakan contoh senyawa kompleks yang tersusun atas kation Cu^{2+} , kation NH_4^+ , anion SO_4^{2-} , dan

molekul air kristal. Keberadaan air dalam struktur ini berperan sebagai ligan yang terikat pada ion Cu^{2+} (Atkins, Overton, Rourke, Weller, & Armstrong, 2010).

Prinsip Spektroskopi Inframerah (FTIR)

Spektroskopi inframerah (FTIR) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu molekul. Prinsipnya didasarkan pada penyerapan radiasi inframerah oleh molekul, yang menyebabkan terjadinya vibrasi regangan (stretching) atau tekukan (bending) pada ikatan kimia (Stuart, 2004). Setiap gugus fungsi memiliki bilangan gelombang serapan khas, sehingga spektrum FTIR dapat digunakan untuk memastikan komposisi molekul (Silverstein, Webster, & Kiemle, 2014).

Dalam analisis kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, gugus O–H dari molekul air biasanya muncul pada bilangan gelombang sekitar $3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$, gugus N–H dari amonium pada kisaran $1400\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$, dan gugus S–O dari ion sulfat pada sekitar $1050\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ (Mohan, 2018). Dengan demikian, FTIR menjadi instrumen penting dalam karakterisasi senyawa kompleks ini.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada senyawa kompleks anorganik. Misalnya, Silverstein et al. (2014) melaporkan bahwa FTIR dapat secara akurat membedakan gugus fungsi utama dalam senyawa organik maupun anorganik. Penelitian Stuart (2004) menunjukkan bahwa puncak serapan O–H, N–H, dan S–O dapat digunakan untuk mengonfirmasi keberadaan air kristal, amonium, dan sulfat dalam kompleks logam.

Selain itu, penelitian Broer dan Kemperman (1947) menunjukkan bahwa metode pemanasan hingga titik jenuh dan pendinginan larutan merupakan prosedur yang efektif untuk sintesis garam kompleks. Hal ini didukung pula oleh Cotton et al. (1999), yang menyatakan bahwa sintesis garam rangkap berbasis tembaga dapat dikonfirmasi keberhasilannya melalui karakterisasi spektroskopi.

Landasan Penelitian

Berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, dapat dipahami bahwa sintesis garam rangkap $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dapat dilakukan melalui reaksi antara $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam larutan berair dengan pemanasan. Keberhasilan sintesis dapat dibuktikan melalui karakterisasi FTIR, yang diharapkan menunjukkan adanya puncak serapan khas dari O–H, N–H, dan S–O. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai upaya memperkuat kajian sintesis senyawa kompleks dan karakterisasi spektroskopi inframerah.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental design* dengan rancangan *one-shot case study*, di mana perlakuan berupa sintesis garam rangkap $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilakukan, kemudian hasilnya dianalisis melalui karakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR (Sugiyono, 2019).

Populasi penelitian adalah seluruh proses sintesis garam rangkap berbasis tembaga, sedangkan sampel penelitian adalah hasil sintesis dari campuran $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam kondisi larutan berair yang dipanaskan hingga jenuh, kemudian didinginkan hingga terbentuk kristal. Sampel yang diperoleh berupa kristal biru muda $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi hasil praktikum sintesis (warna, bentuk, dan massa kristal), perhitungan rendemen, serta analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk. Instrumen utama yang digunakan adalah spektrofotometer FTIR untuk analisis struktur molekul (Skoog, Holler, & Crouch, 2017).

Alat analisis data yang digunakan meliputi perhitungan rendemen hasil sintesis dengan rumus:

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Massa garam rangkap yang dihasilkan}}{\text{Massa teoritis garam rangkap}} \times 100\%$$

Hasil spektrum FTIR dianalisis secara kualitatif dengan membandingkan puncak serapan bilangan gelombang dengan literatur standar (Silverstein, Webster, & Kiemle, 2014).

Model penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model verifikasi, di mana variabel bebas (X) adalah proses sintesis garam rangkap, sedangkan variabel terikat (Y) adalah terbentuknya senyawa kompleks $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dikonfirmasi melalui hasil karakterisasi FTIR. Dengan kata lain, keberhasilan sintesis (X) diuji melalui validasi karakterisasi spektrum inframerah (Y).

Alat yang digunakan adalah tabung reaksi, hot plate, gelas kimia 100 mL, kaca arloji, batang pengaduk, spatula, pipet takar 20 mL, pipet tetes, magnetic stirrer, buchner, erlenmeyer 100 mL, kertas saring, botol semprot, neraca analitik dan FTIR. Bahan yang digunakan adalah $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, HCl, NH_4OH , CHCl_3 , etanol dan akuades.

Pembuatan Garam Rangkap Kupri Amonium Sulfat Heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Sebanyak 7,485 gram $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan 3,96 gram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dilarutkan dengan 15 mL akuades dalam gelas kimia 100 mL. Campuran dipanaskan secara perlahan-lahan hingga terlarut sempurna dan mencapai titik jenuhnya. Larutan didiamkan semalaman hingga diperoleh kristal. Kristal yang didapatkan setelah itu disaring

menggunakan kertas saring. Kristal yang diperoleh dikeringkan pada suhu kamar hingga terbentuk garam monoklin setelah kristal kering timbang kristal yang dihasilkan dan catat jumlah mol reaktan serta mol kristal hasil kemudian hitung persen hasilnya.

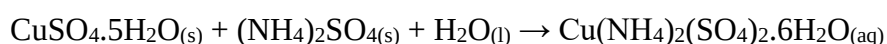
Uji Kelarutan. Sebanyak 1 g kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dimasukkan ke dalam 6 tabung reaksi, setelah itu ditambahkan pelarut yaitu HCl , H_2O , CHCl_3 , etanol, NH_4OH pada masing-masing tabung reaksi, dikocok masing-masing tabung reaksi kemudian diamati kelarutan kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ pada masing-masing tabung reaksi, sehingga kelarutan kristal diketahui.

FT-IR. Karakterisasi dengan FT-IR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dalam Kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ditempatkan di dalam alat FT-IR, sampel kemudian dipaparkan radiasi inframerah dan panjang gelombang tertentu diserap oleh gugus fungsi dalam senyawa tersebut, sehingga dihasilkan puncak karakteristik dalam spektrum, lalu direkam dan dianalisis oleh alat FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada dalam garam rangkap kupri ammonium sulfat heksahidrat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Kristal Kupri Amonium Sulfat Heksahidrat

Pada percobaan ini garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dilakukan dengan mencampurkan kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan kristal $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ditambahkan akuades menghasilkan larutan berwarna biru yang keruh. Warna biru keruh muncul karena campuran belum tercampur sempurna atau heterogen. Keruh akan hilang pada saat proses pemanasan dan menghasilkan warna biru muda. Pemanasan dilakukan untuk melarutkan kristal dan mempercepat proses reaksi. Pemanasan dapat membantu menguapkan pelarut dalam larutan, meninggalkan garam yang diendapkan. Pemanasan dilakukan dengan pengadukan sesekali, dengan pengadukan molekul-molekul pereaksi menjadi terdistribusi secara merata yang memungkinkan terjadinya kontak yang lebih banyak antara molekul-molekul tersebut sehingga reaksi berjalan lebih cepat dan peningkatan jumlah produk yang terbentuk. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Setelah mencapai titik jenuh pemanasan dihentikan. Fungsi dipanaskan sampai titik jenuh untuk pemurnian garam. Dengan memanaskan garam dalam larutan, air dapat menguap, meninggalkan garam murni didalamnya. Larutan didinginkan dalam suhu kamar dan disaring untuk memisahkan kristal dan sisa larutan yang lalu didiamkan agar kristal kering.



Gambar 1. Kristal Garam Rangkap Kupri Amonium Sulfat Heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Pada percobaan ini didapatkan massa kristal garam rangkap yaitu sebesar 10,84 gram. Berdasarkan perhitungan secara teoritis, seharusnya terbentuk garam rangkap sebanyak 12,57 gram. Hasil analisis data menghasilkan rendemen 86,23%. Rendemen yang berhasil diperoleh dianggap baik karena mendekati tingkat kesempurnaan, dengan rentang persentase rendemen antara 60% hingga 100%. Apabila rendemen kurang dari 50%, itu menunjukkan terdapat faktor kesalahan yang lebih besar.

Rendemen garam tidak mencapai 100% karena beberapa faktor. Berdasarkan hasil rendemen, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kristal yang belum terbentuk. Keadaan ini dapat terjadi karena ada kesalahan dalam tahap praktikum, di mana suhu pemanasan tidak diperhatikan dengan baik sehingga garam belum dapat larut sepenuhnya. Untuk meningkatkan kelarutan CuSO_4 dan membentuk kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, larutan dipanaskan. Ini disebabkan oleh fakta bahwa pada suhu yang tinggi, CuSO_4 yang larut akan membentuk kristal dengan jumlah yang lebih banyak. Oleh karena itu, semakin tinggi suhu reaksi, semakin tinggi pula berat kristal yang dapat diperoleh (Broer & Kemperman, 1947).

Tabel 1. Hasil pengamatan sintesis garam rangkap $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

No	Perlakuan	Hasil
1	Serbuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Kristal biru muda
2	Serbuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Kristal putih
3	Serbuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ + serbuk $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(s)}$ + $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	Larutan berwarna biru muda
4	Dipanaskan hingga mencapai titik jenuh	Larut
5	Diamkan disuhu ruang	Terbentuk kristal
6	Dikeringkan kristal dalam kertas saring	Kristal kering biru muda

Uji Kelarutan

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui sifat kepolaran dari $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Prinsip pengujian kelarutan ini didasarkan pada kesamaan struktur yang dimiliki oleh senyawa

tersebut. Pelarut yang digunakan adalah pelarut yang mempunyai tingkat kepolaran yang berbeda-beda seperti HCl, H₂O, CHCl₃, etanol dan NH₄OH.

Berdasarkan hasil uji kelarutan yang dilakukan, dapat diketahui sifat kelarutan garam rangkap Cu(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O yaitu memiliki sifat polar dan memiliki reaktivitas dengan beberapa pelarut. Larut di dalam pelarut H₂O, HCl dan larut sebagian didalam NH₄OH serta tidak larut didalam etanol dan CHCl₃. Garam Cu(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O ini larut di dalam pelarut polar karena garam ini mengandung ion-ion yang polar. Ketika senyawa polar larut dalam pelarut polar terjadi gaya tarik antara molekul-molekul polar senyawa tersebut dengan molekul-molekul pelarut polar akan terbentuk. Hal ini disebabkan oleh adanya kutub positif dan kutub negatif pada senyawa polar akibat perbedaan keelektronegatifan antara atom-atom penyusun senyawa tersebut.

Garam rangkap Cu(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O tidak larut di dalam pelarut etanol dan CHCl₃. Meskipun etanol dan CHCl₃ adalah pelarut polar, tidak semua senyawa polar akan larut di dalamnya. Hal ini disebabkan oleh perbedaan polaritas dan kekuatan interaksi antara molekul senyawa polar dan etanol serta CHCl₃.

Tabel 2. Hasil pengamatan uji kelarutan garam rangkap CU(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O.

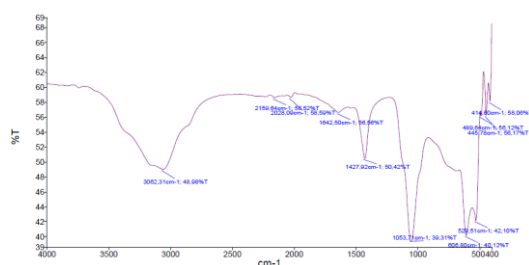
No	Perlakuan	Hasil
1	Kristal Cu(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O + NH ₄ OH	Larut sebagian dan larutan berwarna biru
2	Kristal Cu(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O + H ₂ O	Larut dan berwarna biru bening
3	Kristal Cu(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O + HCl pekat	Larut, berwarna kuning, terbentuk endapan biru dan melepaskan asap
4	Kristal Cu(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O + CHCl ₃	Tidak larut dan terbentuk endapan biru
5	Kristal Cu(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O + etanol	Tidak larut dan terbentuk endapan biru



Gambar 2. Hasil Uji Kelarutan Kristal Cu(NH₄)₂(SO₄)₂·6H₂O.

Uji FT-IR

FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dalam kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Prinsip pengujian FTIR ini adalah didasarkan pada absorpsi sinar inframerah oleh senyawa dalam sampel, yang menghasilkan vibrasi pada molekul atau senyawa tersebut. Berikut adalah data FTIR yang diperoleh.



Gambar 3. Grafik Hasil FTIR $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Tabel 3. Hasil Pengukuran FTIR.

No	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Transmitansi (%)	Gugus Fungsi
1	3062,31	48,98	O-H
2	1427,92	50,42	N-H
3	1057,71	39,91	S-O

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisis FTIR, dapat diamati adanya ikatan O-H pada bilangan gelombang $3062,31 \text{ cm}^{-1}$. Puncak ini menunjukkan bahwa terjadi vibrasi ulur dari atom hidrogen yang terikat pada atom oksigen dalam senyawa. Selain itu, terdapat puncak pada bilangan gelombang $1427,92 \text{ cm}^{-1}$, yang mengindikasikan adanya ikatan N-H. Puncak ini muncul karena vibrasi ulur antara atom nitrogen dan hidrogen dalam senyawa. Puncak pada bilangan gelombang $1057,71 \text{ cm}^{-1}$ menandakan keberadaan ikatan S-O dalam senyawa. Vibrasi pada puncak ini berasal dari gerakan ulur antara atom sulfur dan oksigen. Puncak-puncak ini memberikan informasi tentang komposisi dan struktur molekuler dari senyawa $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Hasil ini sesuai dengan struktur $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, yang mengandung air terkoordinasi (O-H), ion amonium (N-H), dan sulfat (S-O).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa diperoleh kristal kupri ammonium sulfat heksahidrat ($\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) berwarna biru muda sebanyak 10,84 gram dengan persen rendemen sebesar 86,23%. Kristal $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ memiliki sifat polar dan memiliki reaktivitas dengan beberapa pelarut seperti larut dalam H_2O dan HCl , larut sebagian dalam NH_4OH serta tidak larut dalam etanol dan CHCl_3 . Pengujian FTIR terdapat gugus fungsi O-H, N-H, dan S-O.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P., Overton, T., Rourke, J., Weller, M., & Armstrong, F. (2010). *Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry* (5th ed.). Oxford University Press.
- Budiyanti, R. R. (2017). Sintesis dan karakterisasi kompleks bis-asetilasetonat tembaga (II), [Cu(acac)₂]. *Jurnal Sains dan Teknologi, Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Chairunnisa, P. S., & Wardhana, Y. W. (2016). Karakterisasi kristal bahan padat aktif farmasi: review. *Farmaka*, 14(1).
- Chang, R., & Overby, J. (2011). *General Chemistry: The Essential Concepts* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Cheng, J. L., et al. (2017). Synthesis of ammonium and sulfate ion-functionalized compounds: FTIR analysis of SO₄²⁻ groups and related vibrational modes. *Applied Surface Science*.
- Day, R. A., & Underwood, A. L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif* (Edisi Keenam). Erlangga.
- Fitrony, R. F., Lailatul, Q., & Mahfud. (2013). Pembuatan kristal tembaga sulfat pentahidrat (CuSO₄·5H₂O) dari tembaga bekas kumpanan. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1).
- Fortin, T. J., et al. (2002). Infrared spectroscopic study of the low-temperature phase behavior of ammonium sulfate ((NH₄)₂SO₄) films. *Journal of Geophysical Research*.
- Ghosh, A., et al. (2025). Electronic properties and vibrational spectra of ammonium copper sulfate hexahydrate ((NH₄)₂Cu(SO₄)₂·6H₂O): DFT and experimental study. *Journal of Solid State Chemistry*.
- Greenwood, N. N., & Earnshaw, A. (2012). *Chemistry of the Elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2012). *Inorganic Chemistry* (4th ed.). Pearson.
- Huheey, J. E., Keiter, E. A., & Keiter, R. L. (1993). *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity* (4th ed.). HarperCollins College Publishers.
- Mabbs, F. E., et al. (1973). Single crystal electron spin resonance properties of copper(II) ammonium sulphate hexahydrate. *Journal of Molecular Liquids*.
- Madan, R. D. (2011). *Inorganic Chemistry*. S. Chand Publishing.
- Mohan, J. (2018). *Organic Spectroscopy: Principles and Applications* (3rd ed.). Alpha Science International.
- Morrison, R. T., & Boyd, R. N. (2010). *Organic Chemistry* (6th ed.). Pearson Education.
- Peng, C., et al. (2017). Study on the mechanism of copper-ammonia complex formation in aqueous solution: UV-Vis, FTIR, and speciation analysis. *Separation and Purification Technology*.
- Rasmilla. (2022). Pelatihan pembuatan garam kompleks tetraamin copper (II) sulfat monohidrat dan garam rangkap kupri amonium sulfat heksahidrat. *Journal of Community Service*, 1(1).
- Sankari, R. S., Sakthivel, A., & Vasantha, R. (2014). Growth and characterization of diammonium copper disulphate hexahydrate (DACS). *Journal of Crystal Growth*.
- Sano, M., et al. (1984). Structural study of copper(II) sulfate solution in highly concentrated aqueous ammonia by X-ray absorption spectra. *Inorganic Chemistry*.
- Shriver, D. F., & Atkins, P. W. (2010). *Inorganic Chemistry* (4th ed.). Oxford University Press.

- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of Instrumental Analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
- Solomons, T. W. G., Fryhle, C. B., & Snyder, S. A. (2016). *Organic Chemistry* (12th ed.). John Wiley & Sons.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taslimah, Muharam, S., & Sumardjo, D. (2003). Pemerangkapan garam ammonium sulfat dalam zeolit. *JSKA*, 4(2).
- Vogel, A. I. (1989). *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis* (5th ed.). Longman Scientific & Technical.
- Wiberg, E., Holleman, A. F., & Wiberg, N. (2001). *Inorganic Chemistry*. Academic Press.
- Young, R. J. (2001). *Introduction to Instrumental Analysis*. CRC Press.