



SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA ION TEMBAGA (II) SULFAT (CuSO₄) MELALUI REAKSI TEMBAGA (II) OKSIDA DENGAN ASAM SULFAT

**Iis Siti Jahro^{1*}, Erniati Zai², Julia Putri Santi Waruwu³, Romauli Magdalena
Manik S.⁴, & Theresia Valesita Simamora⁵**

^{1,2,3,4,&5}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang,
Sumatera Utara 20221, Indonesia

*Email: iisitijahro@unimed.ac.id

Submit: 29-03-2026; Revised: 30-03-2026; Accepted: 31-03-2026; Published: 26-04-2026

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan mensintesis dan mengkarakterisasi tembaga (II) sulfat pentahidrat (CuSO₄·5H₂O) melalui metode praktikum sederhana yang layak diterapkan di laboratorium pendidikan. Sintesis dilakukan melalui reaksi netralisasi antara tembaga (II) oksida (CuO) dan asam sulfat encer (H₂SO₄ 2M), diikuti pemanasan pada suhu ±70°C, penyaringan gravitasi, kristalisasi pendinginan menggunakan es batu, serta pengeringan pada suhu ruang. Karakterisasi dilakukan secara visual terhadap warna dan bentuk kristal yang terbentuk. Hasil sintesis berupa kristal berwarna biru khas dengan massa aktual 0,73 gram. Perhitungan rendemen menggunakan Mr CuSO₄·5H₂O (249,5 g/mol) menghasilkan rendemen sebesar 11,7%. Rendemen yang relatif rendah dipengaruhi oleh skala reaksi kecil, kehilangan produk selama proses, dan kondisi kristalisasi yang belum optimal. Metode ini dapat menjadi alternatif praktikum pendidikan tingkat sarjana, meskipun optimasi kondisi reaksi masih diperlukan.

Kata Kunci: Karakterisasi Visual, Kristalisasi Pendinginan, Praktikum Kimia, Rendemen, Sintesis CuSO₄·5H₂O.

ABSTRACT: This study aims to synthesize and characterize copper(II) sulfate pentahydrate (CuSO₄·5H₂O) through a simple practical method that is suitable for application in educational laboratories. The synthesis was carried out through a neutralization reaction between copper(II) oxide (CuO) and dilute sulfuric acid (H₂SO₄ 2M), followed by heating at a temperature of ±70°C, gravity filtration, temperature crystallization using ice cubes, and drying at room temperature. Characterization was carried out visually on the color and shape of the crystals formed. The synthesis results in a characteristic blue crystal with an actual mass of 0.73 grams. The yield calculation using Mr CuSO₄·5H₂O (249.5 g/mol) resulted in a yield of 11.7%. The relatively low yield is influenced by the small reaction scale, product loss during the process, and suboptimal crystallization conditions. his method can be an alternative for undergraduate educational practicums, although optimization of reaction conditions is still needed.

Keywords: Visual Characterization, Cooling Crystallization, Chemistry Lab, Yield, Synthesis of CuSO₄·5H₂O.

How to Cite: Jahro, I. S., Zai, E., Waruwu, J. P. S., Manik S, R. M., & Simamora, T. V. (2026). Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Ion Tembaga (II) Sulfat (CuSO₄) melalui Reaksi Tembaga (II) Oksida dengan Asam Sulfat. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(2), 1053-1060. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i2.1191>

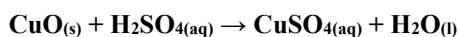


Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Tembaga (Cu) merupakan logam transisi golongan IB dengan nomor atom 29 dan berat atom 63,55 g/mol. Dalam bentuk logam murni berwarna kemerah-merahan, namun lebih sering ditemukan dalam bentuk senyawa seperti tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) yang berwarna biru cerah khas. Senyawa ini mudah dikristalkan dari larutan akuades dan menjadi contoh senyawa *ion* yang paling sering digunakan dalam praktikum pendidikan kimia, karena melibatkan *kation* logam transisi (Cu^{2+}) serta *anion* poliatomik (SO_4^{2-}). Tembaga sulfat pentahidrat biasa digunakan dalam bidang industri untuk pewarnaan tekstil, penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan pada industri perak, serta marak digunakan dalam bidang pertanian dan peternakan sebagai fungisida, algasida, pupuk Cu, dan zat pengatur pertumbuhan untuk hewan (Khairuddin *et al.*, 2021). Senyawa kuprisulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dikenal sebagai vitriol biru atau batu biru yang diperoleh dengan melarutkan kuprioksida dalam asam sulfat encer, kemudian menguapkan larutan tersebut. Reaksi sintesisnya dapat dituliskan sebagai berikut:



CuO dipilih sebagai bahan awal, karena merupakan oksida basa yang mudah bereaksi dengan asam sulfat encer tanpa menghasilkan produk samping berbahaya, sehingga sintesis berlangsung sederhana, aman, dan sesuai untuk skala praktikum di laboratorium pendidikan kimia (Wardhani *et al.*, 2024). Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ apabila dipanaskan, molekul air kristalnya akan lepas dan senyawa berubah menjadi CuSO_4 anhidrat berwarna putih (Luciana, 2020).

Berdasarkan beberapa literatur yang telah dikaji (Biava, 2020; Vela *et al.*, 2021), pembentukan ikatan *ion* pada CuSO_4 mengikuti prinsip aturan oktet, keseimbangan muatan, perbedaan elektronegativitas, serta aturan Fajans. Ketiga sumber tersebut secara konsisten menegaskan bahwa $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ merupakan model studi yang ideal untuk memahami konsep senyawa *ion* secara komprehensif, karena melibatkan *kation* logam transisi bermuatan ganda yang berinteraksi dengan *anion* poliatomik. Karakterisasi keberhasilan sintesis dapat dilakukan secara visual melalui pengamatan warna kristal yang terbentuk, karena warna biru cerah merupakan ciri khas *ion* Cu^{2+} dalam kisi kristal hidrat (Rahayu & Fitriza, 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan sintesis $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan metode yang bervariasi. Albert *et al.* (2024) menunjukkan variasi prosedur sintesis yang umumnya memerlukan peralatan khusus atau bahan baku yang kurang mudah diperoleh, sehingga kurang sesuai untuk diterapkan sebagai praktikum mahasiswa tingkat sarjana. Meskipun teori dan hasil penelitian tersebut sudah sangat lengkap, masih terdapat kesenjangan berupa kurangnya prosedur sintesis $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang benar-benar sederhana. Kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini terletak pada pengembangan metode sintesis tembaga (II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) yang sederhana, aman, dan aplikatif untuk skala laboratorium pendidikan tingkat sarjana. Berbeda dengan metode Albert *et al.* (2024) yang menggunakan karakterisasi instrumen (XRD dan uji optik), metode dalam penelitian ini dirancang hanya dengan peralatan gelas dasar, sehingga lebih praktis dan mudah direplikasi. Selain itu, keberhasilan sintesis tidak hanya dianalisis secara



kualitatif melalui pengamatan sifat fisik, tetapi juga secara kuantitatif melalui perhitungan rendemen, sehingga memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam pembelajaran kimia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesis senyawa tembaga (II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) melalui prosedur praktikum sederhana berbasis reaksi antara CuO dan H_2SO_4 , serta mengkarakterisasi hasil sintesis berdasarkan sifat fisik yang diamati, seperti warna dan bentuk kristal yang terbentuk. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk melakukan analisis kuantitatif terhadap hasil sintesis dengan menghitung massa produk yang diperoleh, menentukan massa teoretis berdasarkan stoikiometri reaksi, serta menghitung nilai rendemen (*yield*) untuk mengevaluasi efisiensi proses sintesis yang dilakukan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menekankan pada keberhasilan pembentukan produk secara kualitatif, tetapi juga memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat keberhasilan reaksi.

METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam praktikum sintesis senyawa tembaga (II) sulfat (CuSO_4) meliputi gelas beker 100 mL dan 250 mL, gelas ukur, batang pengaduk, pipet tetes, corong kaca, kertas saring, *erlenmeyer*, *hot plate*, termometer, serta neraca analitik untuk penimbangan massa. Praktikan wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa jas laboratorium, sarung tangan nitril, dan kaca pelindung selama bekerja dengan H_2SO_4 sesuai standar keselamatan laboratorium kimia (Cahyaningrum, 2020; Subamia *et al.*, 2021).

Bahan-bahan yang digunakan, yaitu tembaga (II) oksida (CuO) dalam bentuk padatan berwarna hitam sebanyak 2,000 g (0,025 mol), larutan asam sulfat (H_2SO_4) 2 M sebanyak 25 mL (0,05 mol) sebagai pereaksi pembatas berlebih untuk memastikan CuO bereaksi sempurna, serta akuades (H_2O) sebagai pelarut. CuO bertindak sebagai pereaksi pembatas berdasarkan persamaan stoikiometri: $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{CuSO}_{4(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O(l)}$ (rasio mol 1:1). Es batu digunakan untuk proses pendinginan pada tahap kristalisasi.

Prosedur Sintesis (Tahap Reaksi)

Sebanyak ± 2 gram CuO dimasukkan ke dalam gelas beker. Selanjutnya, larutan H_2SO_4 ditambahkan sedikit demi sedikit sambil dilakukan pengadukan menggunakan batang pengaduk. Penambahan dilakukan secara bertahap untuk mengontrol laju reaksi dan memastikan seluruh CuO bereaksi dengan sempurna. Reaksi yang terjadi ditandai dengan perubahan warna dari padatan hitam menjadi larutan berwarna biru yang menunjukkan terbentuknya CuSO_4 dalam larutan.

Prosedur Pemanasan

Campuran hasil reaksi kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu sekitar 70°C selama 15–20 menit sambil terus diaduk. Pemanasan bertujuan untuk mempercepat laju reaksi serta membantu melarutkan CuO secara lebih sempurna, sehingga diperoleh larutan CuSO_4 yang homogen.

Prosedur Penyaringan

Setelah pemanasan, larutan disaring menggunakan corong kaca dan kertas saring untuk memisahkan sisa CuO yang tidak bereaksi (*residu*) dari larutan CuSO_4



(filtrat). Filtrat yang diperoleh berupa larutan berwarna biru jernih yang siap digunakan pada tahap kristalisasi. Selanjutnya, larutan tersebut didinginkan secara perlahan agar kristal CuSO_4 dapat terbentuk dengan baik dan berukuran optimal.

Prosedur Kristalisasi

Filtrat larutan CuSO_4 dipanaskan kembali di atas *hot plate* pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ hingga larutan mencapai kondisi lewat jenuh, ditandai dengan mulai terbentuknya lapisan tipis kristal di permukaan larutan atau tepi gelas beker. Pemanasan dihentikan sebelum larutan mengering. Larutan kemudian didinginkan secara perlahan pada suhu ruang ($28\text{--}30^\circ\text{C}$) selama ± 15 menit, lalu dilanjutkan dengan pendinginan menggunakan es batu ($5\text{--}10^\circ\text{C}$) selama ± 10 menit untuk mempercepat kristalisasi. Percobaan dilakukan sebanyak satu kali ($n = 1$).

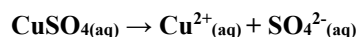
Prosedur Pemisahan dan Pengeringan

Kristal yang terbentuk dipisahkan melalui penyaringan menggunakan kertas saring yang telah ditimbang sebelumnya. Kristal dikeringkan pada suhu ruang hingga diperoleh massa konstan, yaitu selisih dua penimbangan berurutan (interval 15 menit) tidak melebihi 0,005 g. Massa kristal dihitung dari selisih massa (kertas saring + kristal) dikurangi massa kertas saring kosong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi Sintesis CuSO_4

Sintesis $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilakukan melalui reaksi netralisasi antara tembaga (II) oksida (CuO) sebagai oksida basa dengan asam sulfat encer (H_2SO_4 2M) sebagai asam kuat. Dalam larutan, H_2SO_4 terionisasi sempurna menghasilkan *ion* H^+ dan SO_4^{2-} . Ion H^+ bereaksi dengan CuO membentuk air, sementara *ion* SO_4^{2-} berikatan dengan *ion* Cu^{2+} yang dilepaskan dari CuO membentuk CuSO_4 . Persamaan ionisasi H_2SO_4 dan disosiasi CuSO_4 dalam larutan:



Pada tahap awal, sebanyak 2,000 g CuO (serbuk berwarna hitam) dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL, kemudian ditambahkan larutan H_2SO_4 2M secara bertahap sambil diaduk untuk memastikan seluruh CuO bereaksi secara merata (Wardhani *et al.*, 2024). Campuran selanjutnya dipanaskan pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ di atas *hot plate* selama 15–20 menit. Pemanasan bertujuan mempercepat laju reaksi sesuai prinsip kinetika kimia, yaitu peningkatan suhu meningkatkan energi kinetik partikel, sehingga tumbukan antarpartikel reaktan menjadi lebih efektif (Hermayantiningih *et al.*, 2025). Selama pemanasan, diamati perubahan warna dari suspensi hitam kecokelatan menjadi larutan biru jernih (Tabel 1) yang menandakan terbentuknya *ion* Cu^{2+} terhidrasi dalam larutan.

Tabel 1. Pengamatan Selama Proses Sintesis CuSO_4 .

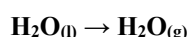
Tahap	Pengamatan
Sebelum reaksi	CuO berwarna hitam; H_2SO_4 tidak berwarna
Selama pemanasan	CuO mulai larut Sebagian; Larutan berangsur biru
Sesudah reaksi	Larutan biru jernih; CuSO_4 terlarut sempurna



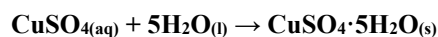
Warna biru merupakan karakteristik khas *ion* Cu^{2+} dalam larutan yang memiliki konfigurasi elektron $[\text{Ar}]3d^9$ dengan subkulit *d* tidak terisi penuh. *Ion* Cu^{2+} menyerap cahaya pada panjang gelombang ± 630 nm (jingga) dan memantulkan warna komplementernya yaitu biru, melalui transisi elektronik *d-d* (Hermayantiningih *et al.*, 2025; Syaima, 2024). Sisa padatan CuO yang tidak larut dipisahkan melalui penyaringan, dan filtrat biru ditampung untuk tahap kristalisasi.

Proses Kristalisasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Filtrat larutan CuSO_4 dipanaskan kembali hingga larutan mencapai kondisi lewat jenuh, ditandai dengan terbentuknya lapisan tipis kristal di permukaan atau tepi gelas beker. Penguapan pelarut menyebabkan konsentrasi larutan meningkat:



Larutan jenuh kemudian didinginkan secara perlahan pada suhu ruang (28–30°C), lalu dilanjutkan dengan pendinginan menggunakan es batu (5–10°C). Penurunan suhu menyebabkan kelarutan CuSO_4 menurun, sehingga *ion-ion* dalam larutan bergabung membentuk kisi kristal yang teratur. Kondisi ini dikenal sebagai supersaturasi, yaitu syarat utama terbentuknya kristal (Wardhani *et al.*, 2024). Kristal yang terbentuk merupakan tembaga (II) sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), dengan setiap *ion* Cu^{2+} dikelilingi empat molekul air pada posisi planar dan dua atom oksigen dari SO_4^{2-} pada posisi aksial, membentuk geometri oktahedral (Hermayantiningih *et al.*, 2025). Reaksi pembentukan kristal pentahidrat:



Wardhani *et al.* (2024) melaporkan bahwa pengadukan selama kristalisasi dapat menghasilkan kristal dengan bentuk dan ukuran yang lebih seragam, meskipun kecepatan pengadukan tidak secara langsung mempengaruhi nilai rendemen akhir.

Karakterisasi Sifat Fisik $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Karakterisasi sifat fisik dilakukan secara visual-kualitatif berdasarkan pengamatan langsung terhadap produk yang dihasilkan, tanpa menggunakan instrumen analitik. Hasil pengamatan dibandingkan dengan data literatur sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Sifat Fisik $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Hasil Sintesis.

Parameter	Hasil Pengamatan
Warna kristal	Biru $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Wujud	Padatan kristal
Kelarutan	Larut dalam air
Warna larutan	Biru; akibat transisi <i>d-d ion</i> Cu^{2+}

Berdasarkan Tabel 2, seluruh parameter sifat fisik $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hasil sintesis sesuai dengan data literatur. Warna biru kristal mengkonfirmasi keberadaan *ion* Cu^{2+} terhidrasi dalam struktur pentahidrat; perbedaan antara CuSO_4 anhidrat (putih) dengan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (biru terang) disebabkan oleh pengaruh ligan air terhadap energi transisi *d-d ion* Cu^{2+} (Hermayantiningih *et al.*, 2025). Kristal mudah larut dalam air, karena bersifat ionik dan terdisosiasi membentuk *ion* bebas



(Syaima, 2024). Karakterisasi ini bersifat visual-kualitatif, sehingga tidak mencakup data spektroskopi maupun difraksi sinar-X.

Perhitungan Massa Teoritis dan Rendemen

Rendemen sintesis dihitung berdasarkan perbandingan massa produk aktual terhadap massa teoretis berdasarkan stoikiometri reaksi. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Penimbangan dan Perhitungan Rendemen $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Parameter	Nilai
Massa CuO awal	2.000 gram
Mr CuO	79.5 g/mol
Mol CuO ($n = m/\text{Mr}$)	0.025 mol
Mol CuSO_4 teoritis (rasio 1:1)	0.025 mol
Mr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249.5 g/mol
Massa CuSO_4 teoritis ($m = n \times \text{Mr}$)	6.24 gram
Massa Kristal + kertas saring	1.21 gram
Massa Kertas Saring	0.48 gram
Massa kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ aktual	0.73 gram
Rendemen (%)	11.7 %

Berdasarkan Tabel 3, massa kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ aktual yang diperoleh sebesar 0,73 g (dihitung dari selisih massa kertas saring + kristal sebesar 1,21 g dikurangi massa kertas saring kosong 0,48 g). Mol CuO yang digunakan sebesar 0,025 mol ($n = 2,000 \text{ g} / 79,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$). Karena rasio stoikiometri CuO: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 1:1$, mol produk teoretis juga 0,025 mol. Massa teoretis dihitung menggunakan Mr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (bukan Mr CuSO_4 anhidrat), sehingga massa teoretis = $0,025 \text{ mol} \times 249,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6,24 \text{ g}$. Rendemen yang diperoleh adalah:

$$\% \text{ rendemen} = (0,73 \text{ g} / 6,24 \text{ g}) \times 100\% = 11,7\%$$

Sebagai perbandingan, penelitian Wardhani *et al.* (2024) dengan kristalisasi panas pada suhu 90°C dan pengadukan 500 rpm berhasil memperoleh massa kristal terbesar sebesar 5,39 g yang mengindikasikan bahwa kondisi operasi seperti suhu dan kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap perolehan produk.

Faktor yang Mempengaruhi Nilai Rendemen

Nilai rendemen 11,7% tergolong rendah. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil tersebut dianalisis sebagai berikut. Pertama, skala reaksi yang kecil (2,000 g CuO) menyebabkan kehilangan produk sekecil apapun berdampak signifikan terhadap persentase rendemen. Kedua, sebagian CuSO_4 masih terlarut dalam larutan induk (*mother liquor*) setelah kristalisasi, karena kelarutan CuSO_4 pada suhu rendah masih cukup besar. Wardhani *et al.* (2024) melaporkan bahwa massa kristal yang dihasilkan meningkat signifikan dengan meningkatnya konsentrasi H_2SO_4 dan waktu reaksi. Ketiga, kondisi pendinginan yang belum optimal menyebabkan belum seluruh CuSO_4 mengkristal sempurna. Pada metode kristalisasi panas 90°C dengan konsentrasi H_2SO_4 18% selama 70 menit, massa kristal maksimal yang diperoleh mencapai 5,39 g. Keempat, sebagian kristal tertinggal pada kertas saring, dinding *erlenmeyer*, dan alat gelas lainnya selama



proses pemindahan dan penyaringan (Hermayantiningsih *et al.*, 2025). Untuk meningkatkan rendemen, dapat dilakukan optimasi berupa peningkatan suhu dan waktu reaksi, peningkatan konsentrasi H_2SO_4 , penerapan teknik *seeding*, serta kontrol pendinginan bertahap yang lebih ketat (Syaima, 2024).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) senyawa tembaga (II) sulfat (CuSO_4) berhasil disintesis melalui reaksi netralisasi antara tembaga (II) oksida (CuO) dan asam sulfat encer (H_2SO_4 2M) pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$. Keberhasilan reaksi ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna biru khas yang mengindikasikan terbentuknya *ion* Cu^{2+} dalam larutan; 2) pembentukan kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ berhasil dilakukan melalui proses kristalisasi pendinginan. Penurunan suhu menyebabkan kondisi supersaturasi, sehingga *ion* Cu^{2+} dan SO_4^{2-} bergabung membentuk kristal biru yang teratur; dan 3) karakterisasi sifat fisik $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ menunjukkan kristal berwarna biru dan mudah larut dalam air, sesuai dengan literatur. Massa kristal aktual yang diperoleh adalah 0,73 gram dengan rendemen 11,7%. Rendahnya rendemen disebabkan oleh skala reaksi kecil, kelarutan sisa produk dalam larutan induk, kondisi kristalisasi yang belum optimal, dan kehilangan produk selama penyaringan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk penelitian selanjutnya agar melakukan optimasi kondisi reaksi guna meningkatkan rendemen hasil sintesis. Optimasi tersebut dapat meliputi variasi suhu pemanasan, waktu reaksi, serta konsentrasi asam sulfat yang digunakan. Selain itu, penerapan teknik kristalisasi yang lebih efektif, seperti metode *seeding* atau pengendalian laju pendinginan secara bertahap, juga perlu dipertimbangkan untuk memperoleh kristal dengan ukuran dan kemurnian yang lebih baik. Penggunaan skala reaksi yang lebih besar serta teknik pemisahan yang lebih efisien juga dapat meminimalkan kehilangan produk selama proses berlangsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Kimia, Universitas Negeri Medan yang telah menyediakan fasilitas dan sarana pendukung dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah Kimia Anorganik Fisik, serta semua pihak yang telah memberikan arahan, bantuan, dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan karya ilmiah ini.

DAFTAR RUJUKAN

Albert, H. M., Rajani, T., Patnaik, D. N., Someswararao, M. V., Vimala, P., Nathsharma, S. K., & Kumar, N. M. (2024). Structural, Optical and Hardness Features of Copper Sulphate Crystallites for Optical Applications. *Asian Journal of Chemistry*, 36(12), 2899-2904. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2024.32731>



- Biava, H. D. (2020). *CHE 103: Principles of Chemistry I*. California: LibreTexts Chemistry.
- Cahyaningrum, D. (2020). Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium Pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), 35-40. <https://doi.org/10.14710/jplp.2.1.35-40>
- Hermayantiningsih, D., Hakim, M. S., Manurung, T. W., Fiqih, I. M., & Zahra, L. (2025). Preparasi dan Identifikasi Garam Tembaga (II): Sintesis $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sebagai Garam Kompleks dan $[\text{CuNH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai Garam Rangkap. *CHEDS : Journal of Chemistry, Education, and Science*, 9(1), 59-64. <https://doi.org/10.30743/cheds.v9i1.11335>
- Khairuddin, K., Yamin, M., & Kusmiyati, K. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) yang Berasal dari Kampung Melayu Kota Bima. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(1), 97-102. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2188>
- Luciana, L. (2020). Penggunaan Kuprisulat pada Penerapan Rintangan Metoda Khelasi Logam (*Metal Chelation*) pada Kain Poliester dengan Zat Warna. *Jurnal Tekno Insentif*, 14(2), 54-58. <https://doi.org/10.36787/jti.v14i2.250>
- Rahayu, D. S., & Fitriza, Z. (2021). Identifikasi Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Ikatan Kimia: Sebuah studi literatur. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 1084-1091. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.510>
- Subamia, I. D. P., Wahyuni, I. G. A. N. S., & Widiasih, N. N. (2021). Efektivitas Video Panduan Menggunakan Bahan Kimia untuk Meningkatkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.23887/jpk.v5i1.29535>
- Syaima, H. (2024). Teknik-teknik Karakterisasi Eksperimental dalam Analisis Kompleks Logam Transisi. *Jurnal Atomik*, 9(1), 49-56. <https://doi.org/10.30872/ja.v9i1.1368>
- Vela, M. L., Setiawan, R., Kristanti, M. N., Agustin, T., Rofiana, A. A., Istiqomah, A. N., & Putri, N. S. (2021). Chemical Bonds: An Integration with Islamic Brotherhood Values. *Cakrawala : Jurnal Studi Islam*, 16(2), 121-133. <https://doi.org/10.31603/cakrawala.5103>
- Wardhani, L. A. K., Arifilla, T. D., & Karaman, N. (2024). Pembuatan Tembaga Sulfat dari Limbah Padat Tembaga dengan Proses Kristalisasi Panas. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1931-1939. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4680>