

**PEMBUATAN TEMBAGA SULFAT DARI LIMBAH PADAT TEMBAGA  
DENGAN PROSES KRISTALISASI PANAS**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**



**DISUSUN OLEH**

**LAILLY AMARETHA KUSUMA WARDHANI**

**20031010113**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK & SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2024**

**PEMBUATAN TEMBAGA SULFAT DARI LIMBAH PADAT TEMBAGA  
DENGAN PROSES KRISTALISASI PANAS**

**Skripsi**

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



**DISUSUN OLEH**

*Lailly Amaretha Kusuma Wardhani*

**20031010113**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK & SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2024**



**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan**  
**Proses Kristalisasi Panas**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**PEMBUATAN TEMBAGA SULFAT DARI LIMBAH PADAT TEMBAGA**  
**DENGAN PROSES KRISTALISASI PANAS**

**Disusun Oleh :**

**Lailly Amaretha Kusuma Wardhani**

**20031010113**

**Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen penguji**  
**Pada Tanggal 18 Januari 2024**

**Tim Penguji,**

**1. Dosen Penguji 1**

**(Ir. Sutiyono, MT)**  
**NIP. 19600713 198703 1 001**

**2. Dosen Penguji 2**

**(Ir. Dwi Herv Astuti, MT)**  
**NIP. 19590520 198703 2 001**

**Pembimbing,**

**Dosen Pembimbing**

**(Dr. Ir. Novel Karaman, MT)**  
**NIP. 19580801 198703 1 001**

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Teknik dan Sains**  
**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

**Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

**Program Studi Teknik Kimia**  
**Fakultas Teknik dan Sains**  
**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan  
Proses Kristalisasi Panas

**KETERANGAN REVISI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : 1. Tiffanie Dewi Arifilla NPM. 20031010104  
2. Lailly Amaretha Kusuma Wardhani NPM. 20031010113

Jurusan: Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi\*) Proposal/ Skripsi/ Kerja Praktek, dengan judul:

**“ Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan Proses Kristalisasi Panas ”**

Surabaya, 19 Maret 2024

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. (Ir. Sutiyono, MT)  
NIP. 19600713 198703 1 001

2. (Ir. Dwi Hery Astuti, MT)  
NIP. 19590520 198703 2 001

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

**(Dr. Ir. Novel Karaman, MT)**  
NIP. 19580801 198703 1 001

\*) Coret yang tidak perlu

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lailly Amaretha Kusuma Wardhani  
NPM : 20031010113  
Fakultas / Program Studi : Teknik & Sains / Teknik Kimia  
Judul Skripsi : Pembuatan Tembaga Sulfat dari Limbah Padat Tembaga dengan Proses Kristalisasi Panas

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 20 Maret 2024

Yang Menyatakan



(Lailly Amaretha Kusuma Wardhani)



# LAPORAN HASIL PENELITIAN

## Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan Proses Kristalisasi Panas

---

### KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah S.W.T atas berkat dan rahmat Nya, maka penyusun dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian dengan judul “Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan Proses Kristalisasi Panas”. Tugas Penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Kimia dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Penyusun menyadari bahwa dalam menyusun laporan penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya sehingga penyusun mampu menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Dr. Ir. Novel Karaman, MT, selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan waktunya untuk membimbing dan mendampingi dalam proses penyusunan laporan penelitian ini
5. Ir. Sutiyono, MT dan Ir. Dwi Hery Astuti, MT selaku dosen penguji penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa isi dari Laporan Penelitian ini sangat jauh dari sempurna, maka penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata penyusun berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Surabaya, 2 Januari 2024

Penyusun



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

### Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan Proses Kristalisasi Panas

---

#### INTISARI

Limbah padat tembaga (Cu) sangat melimpah di Indonesia dan selama ini kurang dimanfaatkan dengan baik. Sampai saat ini belum ada teknologi yang dapat mengolah limbah padat tembaga dengan baik. Berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, limbah padat tembaga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan Tembaga Sulfat. Kristal  $\text{CuSO}_4$  dapat digunakan sebagai reagen kimia, sintesis senyawa organik, pelapisan anti foking pada kapal, solder bebas timbal, fungisida, dan bahan aditif untuk pupuk NPK. Pembuatan Tembaga Sulfat dapat dilakukan dengan proses kristalisasi. Penelitian ini menggunakan metode kristalisasi panas pada suhu  $90^\circ\text{C}$  dengan menggunakan pelarut  $\text{HNO}_3$  20% sebanyak 150 ml diaduk dengan kecepatan pengadukan 500 rpm hingga terbentuk asap hitam menandakan bahwa Logam Cu sudah larut, kemudian direaksikan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan variasi konsentrasi 10%, 12%, 14%, 16%, 18% dan variasi waktu bereaksi 50, 55, 60, 65, 70 menit. Kristal dengan kondisi terbaik yang terbentuk dianalisis dengan X-ray Fluorescence untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam kristal tembaga sulfat. Pada penelitian pembuatan tembaga sulfat dari limbah padat tembaga didapatkan hasil terbaik dengan massa kristal terbanyak pada kondisi operasi pengadukan 500 rpm, dan suhu  $90^\circ\text{C}$ , serta waktu bereaksi selama 70 menit dengan konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  18% tembaga sulfat yang dihasilkan sebanyak 5,3908 gram. Kristal tersebut mengandung unsur diantaranya Sulfur (S) sebesar 11%, Kalsium (Ca) sebesar 0,29%, Krom (Cr) sebanyak 0,056%, Besi (Fe) 0,20%, Nikel (Ni) 0,074%, Tembaga (Cu) 76,06%, Molibdenum (Mo) 12%, dan Osmium (Os) 0,60%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kandungan unsur kimia tertinggi dari kristal tembaga sulfat adalah Cu yaitu sebesar 76,06%. Jika dilihat oksidanya,  $\text{SO}_3$  sebesar 22%,  $\text{CaO}$  sebesar 0,29%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  sebesar 0,059%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sebesar 0,20%,  $\text{NiO}$  sebesar 0,067%,  $\text{CuO}$  sebesar 64,85%,  $\text{MoO}_3$  sebesar 11%, dan  $\text{OsO}_4$  sebesar 1,4%. Dari hasil diatas diperoleh komposisi oksida terbesar pada  $\text{CuO}$  sebanyak 64,85%. Hal ini menunjukkan bahwa kristal tembaga sulfat yang dihasilkan sebagian besar mengandung tembaga dengan kemurnian tembaga 76,06%.



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan  
Proses Kristalisasi Panas

---

**DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KETERANGAN REVISI .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
INTISARI .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Tujuan .....	2
I.3 Manfaat .....	2
BAB II .....	3
TINJAUAN PUSTAKA .....	3
II.1 Teori Umum .....	3
II.1.1 Tembaga .....	3
II.1.2 Tembaga Sulfat .....	3
II.1.3 Sifat Fisika dan Kimia Tembaga Sulfat Pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) .....	5
II.1.4 Kristal .....	5
II.1.5 Macam-Macam Metode Kristalisasi .....	6
II.1.6 Pengadukan .....	6
II.1.7 Supersaturasi .....	7
II.2 Landasan Teori .....	8
II.2.1 Mekanisme Pembentukan Kristal .....	8
II.2.2 Reaksi Terbentuknya Kristal .....	8
II.2.3 Response Surface Methodology (RSM) .....	9
II.2.4 Desain Eksperimental untuk Response Surface .....	10
II.2.5 Rancangan Desain Ekperimental .....	10



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan  
Proses Kristalisasi Panas

---

II.2.5 Analisis Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi .....	11
II.2.6 Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Kristal Tembaga Sulfat .....	12
II.3 Hipotesis.....	14
BAB III.....	15
METODOLOGI PENELITIAN .....	15
III.1 Bahan Baku.....	15
III.2 Alat.....	15
III.2.1 Rangkaian Alat.....	15
III.3 Variabel.....	16
III.3.1 Kondisi yang ditetapkan.....	16
III.3.2 Kondisi yang dijalankan.....	16
III.4 Prosedur .....	16
III.5 Diagram Alir .....	18
BAB IV.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	19
IV.1 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Massa Kristal yang Terbentuk .....	19
IV.2 Pengaruh Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Terhadap Massa Kristal yang Terbentuk.....	20
IV.4 Analisis RSM.....	21
IV. 3 Hasil Analisa X-Ray Fluorescence .....	24
BAB V .....	26
KESIMPULAN DAN SARAN .....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN I.....	29
LAMPIRAN II.....	30



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan  
Proses Kristalisasi Panas

---

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar II. 1 Limbah Padat Tembaga .....	3
Gambar II. 3 Desain eksperimental penelitian menggunakan RSM .....	11
Gambar III. 1 Rangkaian alat pemanasan dan pengadukan.....	15
Gambar III. 2 Diagram alir pembuatan CuSO <sub>4</sub> .....	17
Gambar IV. 1 Hubungan antara waktu reaksi (menit) dan konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> terhadap massa kristal tembaga sulfat (gr) .....	18
Gambar IV. 2 Hubungan antara konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (%) dan waktu reaksi terhadap massa kristal tembaga sulfat (gr).....	19
Gambar IV. 3 Perbandingan nilai aktual dan nilai prediksi respon massa kristal tembaga sulfat .....	23



LAPORAN HASIL PENELITIAN  
Pembuatan Tembaga Sulfat Dari Limbah Padat Tembaga Dengan  
Proses Kristalisasi Panas

---

**DAFTAR TABEL**

Tabel II. 1 Interpretasi Terhadap Koefisien Korelasi .....	12
Tabel IV. 1 Respon massa kristal tembaga sulfat dengan perlakuan konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	21
Tabel IV. 2 Analysis of Variance (ANOVA) respon massa kristal tembaga sulfat .....	22
Tabel IV. 3 Hasil Uji Analisa X-Ray Fluorescence .....	25