

LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS TEMBAGA (II) SULFAT PENTAHIDRAT ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) DARI
LIMBAH KABEL TEMBAGA (Cu) DENGAN PROSES KRISTALISASI
DINGIN



DISUSUN OLEH:
FEBBY NUR IZZA VANIA **22031010064**

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA
TIMUR
SURABAYA
2026

Laporan Hasil Penelitian

"Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"SINTESIS TEMBAGA (II) SULFAT PENTAHIDRAT ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) DARI LIMBAH KABEL TEMBAGA (Cu) DENGAN PROSES KRISTALISASI DINGIN"

Disusun Oleh :

FEBBY NUR IZZA VANIA

22031010064

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I :

Pembimbing II :

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

A.R. Yelvia Sunarti, S.T., M.T.

NIP : 19650731 199203 2 001

NIP : 212.19960717 292

Laporan Hasil Penelitian

"Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin"

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS TEMBAGA (II) SULFAT PENTAHIDRAT ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) DARI
LIMBAH KABEL TEMBAGA (Cu) DENGAN PROSES KRISTALISASI
DINGIN**

Disusun oleh:

1. Febby Nur Izza Vania

22031010064

Dipertahankan di hadapan Dosen Pembimbing dan Tim Penguji

Dosen Penguji:

Dosen Pembimbing:

1. Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP : 19620118 198803 1 001

Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T

NIP : 19650731 199203 2 001

2.

Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T.

NIP : 19880225 202012 2 008

A.R. Yelvia Sunarti, S.T., M.T

NIP : 212-19960717 292

Mengetahui,

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

Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001



Laporan Hasil Penelitian

"Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin"

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febby Nur Izza Vania

NPM : 22031010064

Prodi/Fakultas/Universitas : Teknik Kimia / Teknik dan Sains / Universitas
Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

dengan ini menyatakan bahwa judul Laporan Hasil Penelitian "Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin" benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 31 Maret 2026

Yang membuat pernyataan,



Febby Nur Izza Vania



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan dengan baik Laporan Hasil Penelitian yang berjudul “Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”.

Penyusunan Laporan Hasil Penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi (S-1) Teknik Kimia dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur. Proposal penelitian ini kami susun berdasarkan data-data yang telah didapatkan dari hasil percobaan penelitian.

Proposal penelitian yang kami susun tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T dan A.R. Yelvia Sunarti, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Penelitian
4. Ir. Ketut Sumada, M.S dan Ika Nawang Puspitawati, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Penelitian
5. Keluarga baik Ayah, Mama serta Adik yang telah memberikan dorongan dalam semangat, doa, motivasi maupun bantuannya selama ini
6. Teman-teman dan seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah memberikan dorongan dan semangat baik dalam pelaksanaan dan penyusunan proposal penelitian

Kami menyadari bahwa laporan penelitian ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun kami untuk perbaikan dimasa yang akan datang.



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

Akhir kata, kami selaku penyusun memohon maaf kepada semua pihak apabila dalam penyusunan proposal ini terdapat kesalahan. Kami berharap semua proposal ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 31 Maret 2026

Penyusun



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LAPORAN HASIL PENELITIAN	iii
SINTESIS TEMBAGA (II) SULFAT PENTAHIDRAT ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) DARI LIMBAH KABEL TEMBAGA (Cu) DENGAN PROSES KRISTALISASI DINGIN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I. 2 Tujuan	3
I. 3 Manfaat	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II. 1 Teori Umum	4
II. 1.1 Limbah Kabel Tembaga	4
II. 1.2 Karakteristik dan Komposisi Limbah Kabel Tembaga	4
II. 1.3 Tembaga Sulfat Anhidrat (CuSO_4)	5
II. 1. 4 Tembaga Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	5
II. 1. 5 Proses Kristalisasi	7
II. 2 Landasan Teori	8
II. 2.1 Proses Kristalisasi Dingin Tembaga(II) Sulfat Pentahidrat	8
II. 2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kristalisasi Dingin	9
II. 2. 3 Hipotesis	10
BAB III	11
PELAKSANAAN PENELITIAN	11
III.1 Pelaksanaan Penelitian	11



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

III.2 Bahan Penelitian	11
III.3 Rangkaian Alat	11
III.3.1 Rangkaian Alat Penelitian	11
III.3.2 Rangkaian Alat Kristalisasi Dingin	12
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian	12
III.5 Diagram Alir	13
III.6 Prosedur Penelitian	14
III.6.1 Uraian Proses	14
III.6.2 Analisa Titrasi Iodometri	14
III.6.3 Analisa Instrumentasi XRF	15
III.6.4 Analisa Instrumentasi XRD	15
III.6.5 Pengolahan Data	16
BAB IV	18
HASIL DAN PEMBAHASAN	18
IV.1 Hasil Penelitian	18
IV.1.1 Komposisi Pada Bahan Baku Kabel Tembaga	18
IV.1.2 Hasil Sintesis Tembaga(II) Sulfat Pentahidrat	18
IV.1.3 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Yield Produk yang Terbentuk	20
IV.1.4 Pengaruh Suhu Kristalisasi Terhadap Yield Kristal yang Terbentuk	22
IV.1.5 Kandungan Tembaga (Cu) pada $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	23
IV.1.6 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Cu	25
IV.1.7 Pengaruh Suhu Kristalisasi Terhadap Kadar Cu	26
IV.2 Hasil Analisa	28
IV.2.1 Analisa Instrumentasi XRF	28
IV.2.2 Analisa Instrumentasi XRD	29
IV.2.3 Analisa Hidrasi Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	31
IV.3 Optimasi Data Kadar Tembaga dan Yield dengan Respond Surface Methodology	32
IV.3.1 Optimasi Kondisi Proses Pengolahan Hasil Analisis dengan RSM	32
IV.3.2 Analisis Respon Kadar Tembaga	37



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

IV.3.3	Analisis Respon Yield	40
IV.3.4	Hasil Optimasi Response dengan RSM.....	43
IV.3.5	Verifikasi Hasil Kondisi Optimum	44
BAB V		46
KESIMPULAN DAN SARAN		46
V.1	Kesimpulan.....	46
V.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN A		52
LAMPIRAN B.....		54
1.	Proses Sintesis $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	54
2.	Hasil Pengujian	59



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Rangkaian Alat Penelitian	11
Gambar III. 2 Rangkaian alat Kristalisasi Dingin	12
Gambar III. 3 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	13
Gambar IV. 1 Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Yield yang Terbentuk...	20
Gambar IV. 2 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 terhadap Rata-Rata Yield Produk dengan Variasi Standar Deviasi	21
Gambar IV. 3 Grafik Pengaruh Suhu Kristalisasi Terhadap Yield yang Terbentuk	22
Gambar IV. 4 Pengaruh Suhu Kristalisasi terhadap Rata-Rata Yield Produk dengan Variasi Standar Deviasi	23
Gambar IV. 5 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Cu	25
Gambar IV. 6 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 terhadap Rata-Rata Kadar Cu dengan Variasi Standar Deviasi	26
Gambar IV. 7 Pengaruh Suhu Kristalisasi Terhadap Kadar Cu	27
Gambar IV. 8 Pengaruh Suhu Kristalisasi terhadap Rata-Rata Kadar Cu dengan Variasi Standar Deviasi.....	27
Gambar IV. 9 Grafik Analisa X-Ray Fluorescence.....	28
Gambar IV. 10 Grafik Analisa X-Ray Diffraction	30
Gambar IV. 11 JCDPS Hasil Uji XRD	30
Gambar IV. 12 Hasil Pengovenan Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	32
Gambar IV. 13 Grafik Perbandingan Response Kadar Tembaga dalam Bentuk Predicted vs Actual	37
Gambar IV. 14 Grafik Contour Plot Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) Terhadap Suhu Kristalisasi Terhadap Kadar Tembaga dalam Produk Tembaga Sulfat Pentahidrat	38
Gambar IV. 15 Grafik 3D Surface Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) Terhadap Suhu Kristalisasi Terhadap Kadar Tembaga Dalam Produk Tembaga Sulfat Pentahidrat.....	39
Gambar IV. 16 Grafik Perbandingan Response Yield dalam Bentuk Predicted vs Actual	40



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

Gambar IV. 17 Grafik Contour Plot Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) Terhadap Suhu Kristalisasi Terhadap Yield Produk Tembaga Sulfat Pentahidrat	41
Gambar IV. 18 Grafik 3D Surface Konsentrasi Asam Sulfat (H_2SO_4) Terhadap Suhu Kristalisasi Terhadap Yield Produk Tembaga Sulfat Pentahidrat	42



Laporan Hasil Penelitian

“Sintesis Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Dari Limbah Kabel Tembaga (Cu) Dengan Proses Kristalisasi Dingin”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 2 Hasil Uji Unsur Kimia Konduktor pada Peralatan Listrik Rumah Tangga	5
Tabel II. 3 Data Kelarutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam Air.....	6
Tabel IV. 1 Komposisi pada Kabel Tembaga	18
Tabel IV. 2 Massa (gr) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang Terbentuk	19
Tabel IV. 3 Yield (%) Produk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	20
Tabel IV. 4 Hasil Volume (ml) Titran pada Titration Iodometri	24
Tabel IV. 5 Kadar (%) Kandungan Tembaga (Cu)	24
Tabel IV. 6 Hasil Uji Analisa X-Ray Fluorescence	29
Tabel IV. 7 Data hasil pengecekan jumlah air kristal.....	31
Tabel IV. 8 Data Faktor dan Response Analisa dengan RSM	33
Tabel IV. 9 Hasil Optimasi kadar Cu dari Data menggunakan Metode ANOVA	34
Tabel IV. 10 Hasil Optimasi Yield dari data menggunakan metode ANOVA	35
Tabel IV. 11 Perbandingan Model Persamaan Response Kadar Tembaga yang Disarankan oleh Software.....	36
Tabel IV. 12 Perbandingan Model Persamaan Response Yield yang Disarankan oleh Software.....	36
Tabel IV. 13 Batasan Faktor dan Response untuk Optimasi.....	43
Tabel IV. 14 Hasil Optimalisasi Response.....	43
Tabel IV. 15 Hasil verifikasi Confidence Interval	44
Tabel IV. 16 Hasil Verifikasi Prediction Interval.....	45