

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF TIOUREA TERHADAP
KOMPOSISI OKSIGEN PADA SINTESIS SERBUK TEMBAGA
DENGAN METODE ELEKTROLISIS**

TUGAS AKHIR

**FAIZA ROUDHOTUL HURIN
123.15.012**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
2019**

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF TIOUREA TERHADAP
KOMPOSISI OKSIGEN PADA SINTESIS SERBUK TEMBAGA
DENGAN METODE ELEKTROLISIS**

TUGAS AKHIR

**FAIZA ROUDHOTUL HURIN
123.15.012**

Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas akhir ini disusun oleh saya sendiri,
dengan sumber baik yang dikutip atau dirujuk
telah Saya nyatakan benar.**

Nama : Faiza Roudhotul Hurin

NIM : 123.15.012

Tanda Tangan :

Tanggal : 13 Agustus 2019

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF TIOUREA TERHADAP
KOMPOSISI OKSIGEN PADA SINTESIS SERBUK TEMBAGA
DENGAN METODE ELEKTROLISIS**

TUGAS AKHIR

**FAIZA ROUDHOTUL HURIN
123.15.012**

Disusun sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 13 Agustus 2019

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc. Ph. D

NIP: 195203181976031001

Ir. Soleh Wahyudi, M.T

NIDN. 0410017105

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T

NIP. 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Penambahan Aditif Tiourea Terhadap Komposisi Oksigen pada Sintesis Serbuk Tembaga dengan Metode Elektrolisis”. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat menempuh Ujian Sarjana Teknik Program Studi Teknik Metalurgi di Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kemampuan tugas akhir ini.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Akhmad Ardian Korda, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
2. Bapak M. Wildanil Fathoni, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc. selaku Pembimbing 1 yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Soleh Wahyudi, M.T. selaku Pembimbing 2 tugas akhir saya yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun tugas akhir ini dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Institut Teknologi dan Sains Bandung, khususnya Program Studi Teknik Metalurgi yang telah banyak membantu penulis untuk dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

6. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Aprianto dan Indah Tri Sulistijowati yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Saudara – saudara terkasih penulis Huneiza Yusrina Syazwani, Haliza Amelia Husna, Amanda Hanifa Ramadhani, Hasya Ghina Maritza, Danti Izza Nabila, Velianda Fahira, Febri Pratama, Firman Afdhallu Suhabibi, Wahyu Addahri Suhabibi, Nuril Fahmy, Hafidz Abdillah yang telah memberikan semangat, mendoakan, dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman – teman TMM Angkatan 2015 yang mengisi hari – hari menjadi sangat berarti dan menyenangkan.
9. Roziq Fatikhatur Rizal yang telah menemani, membantu, mendoakan dan memberikan semangat setiap harinya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Dhiga Dviratana Putta dan Satrio Panji Anggolo yang memotivasi dan menemani penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Staff Rekayasa Plating yang membantu penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang metalurgi.

Kota Deltamas, 13 Agustus 2019

Penulis

Faiza Roudhotul Hurin

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Sains Bandung, saya yang betanda tangan dibawah ini:

Nama : Faiza Roudhotul Hurin
NIM : 123.15.012
Program Studi : Teknik Metalurgi
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Nonexclusive Royalti-Free Rights*) atas karya ilmiah berjudul:

*“PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF TIOUREA TERHADAP KOMPOSISI
OKSIGEN PADA SINTESIS SERBUK TEMBAGA DENGAN METODE
ELEKTROLISIS”*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Institut Teknologi Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 13 Agustus 2019
Yang menyatakan

Faiza Roudhotul Hurin

ABSTRAK

Metode elektrolisis diterapkan untuk menghasilkan serbuk tembaga dengan kemurnian yang tinggi. Parameter lain yang menjadi ukuran keberhasilan proses ini adalah kandungan oksigen dalam serbuk tembaga. Untuk mengurangi kandungan oksigen dalam serbuk tembaga ditambahkan bahan aditif seperti tiourea. Tiourea digunakan sebagai bahan aditif dan akan diteliti pengaruhnya terhadap kandungan oksigen dalam serbuk tembaga yang dihasilkan, efisiensi arus dan konsumsi energi lalu dibandingkan dengan tanpa penambahan tiourea.

Percobaan elektrolisis dilakukan dengan menggunakan material tembaga 99,99%Cu sebagai anoda dan material pelat *stainless steel 316L* sebagai katoda. Proses elektrolisis pada suhu ruangan (25°C) dan berlangsung selama 10 menit dengan larutan elektrolitnya menggunakan bahan 0,04M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kadar 98,5%, 1,02M H_2SO_4 industrial *grade* pada berbagai variasi aditif tiourea dan rapat arus. Serbuk yang dihasilkan di uji *Scanning Elektron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi serbuk, ukuran dan distribusi ukuran serbuk, uji *Energy-dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX) untuk mengetahui komposisi unsur serbuk tembaga, dan uji *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui fasa yang terbentuk.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa morfologi serbuk tembaga memiliki fasa senyawa Cu_2O (Cuprite) dan unsur Cu serta berstruktur dendritik. Serbuk tembaga hasil proses elektrolisis dengan variasi penambahan aditif tiourea cenderung lebih halus dengan ukuran butiran yang lebih kecil dibandingkan serbuk tembaga tanpa aditif tiourea. Hasil percobaan dengan variasi aditif menghasilkan komposisi Cu-O dimana terjadi penurunan kandungan oksigen sebesar 74,49% pada penambahan aditif 0,1 mL/500 mL. Hasil percobaan pada kisaran rapat arus 0,1 – 0,4 A/cm^2 , meningkatnya rapat arus dapat menurunkan efisiensi arus dan meningkatkan konsumsi energi. Penambahan aditif tiourea sebesar 0,05 mL/500 mL dapat meningkatkan efisiensi arus rata-rata sebesar 4,38% dan menurunkan konsumsi energi rata-rata 1,20 Wh/gr dibandingkan dengan tanpa aditif tiourea.

KATA KUNCI: Metode Elektrolisis, Serbuk Tembaga, Aditif, Thiourea, Kandungan Oksigen, Efisiensi Arus, Konsumsi Energi

ABSTRACT

The electrolysis method is applied to produce copper powder with high purity. Another parameter that measures the success of this process is the oxygen content in copper powder. To reduce oxygen content in copper powder add additives such as thiourea. Thiourea is used as an additive and its effect will be examined on the oxygen content of the copper powder produced, current efficiency and energy consumption compared to without the addition of thiourea.

Electrolysis experiments were carried out using copper material 99.99% Cu as an anode and stainless steel 316L plate material as a cathode. Electrolysis process at room temperature (25°C) and lasts for 10 minutes with the electrolyte solution using 0.04M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ content 98.5%, 1.02M H_2SO_4 industrial grade in various variations of thiourea additives and current density. The powder produced was tested by the Scanning Electron Microscope (SEM) to determine powder morphology, powder size and distribution, Energy-dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) test to determine the composition of copper powder elements, and X-ray Diffraction (XRD) test to know the phases formed.

The results of the experiment show that the morphology of copper powder has a compound phase of Cu_2O (Cuprite) and Cu element and has a dendritic structure. Copper powders produced by electrolysis with variations in the addition of thiourea additives tend to be finer with smaller grain sizes than copper powders without thiourea additives. The results of experiments with additive variations resulted in the composition of Cu-O where there was a decrease in oxygen content of 74.49% with the addition of 0.1 mL/500 mL additives. The results of experiments in the range of current density 0.1 - 0.4 A/cm², increasing current density can reduce current efficiency and increase energy consumption. The addition of a 0.05 mL/500 mL thiourea additive can increase the average current efficiency by 4.38% and reduce the average energy consumption of 1.20 Wh /g compared with no thiourea additive.

KEY WORDS: *Electrolysis Method, Copper Powder, Additives, Thiourea, Oxygen Content, Current Efficiency, Energy Consumption*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Serbuk Tembaga	5
2.1.1 Sifat Serbuk Tembaga	5
2.1.2 Metode Pembuatan Serbuk.....	6
2.1.3 Parameter Serbuk.....	8
2.1.4 Aplikasi Serbuk Tembaga	9
2.2 Sintesis Serbuk Tembaga dengan Metode Elektrolisis.....	9
2.2.1 Sistem dan Reaksi Sel.....	9
2.2.2 Mekanisme Terbentuknya Serbuk Tembaga	12
2.2.3 Karakteristik Serbuk Tembaga	12
2.3 Aditif pada Larutan Elektrolit Sintesis Serbuk Tembaga dengan Metode Elektrolisis.....	13
2.3.1 Fungsi Aditif.....	13
2.3.2 Jenis Aditif.....	13
2.4 Pengaruh Penambahan Aditif Terhadap Serbuk Tembaga.....	14
BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN	16

3.1 Peralatan dan Bahan	16
3.2 Perancangan Percobaan	17
3.3 Prosedur Percobaan	18
3.3.1 Preparasi Sampel dan Larutan Elektrolit	19
3.3.2 Proses Penambahan Aditif.....	20
3.3.3 Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga	21
3.3.4 Proses Pemisahan Serbuk Tembaga	21
3.3.5 Proses Pengeringan Serbuk Tembaga.....	22
3.4 Pengujian Sampel	23
3.4.1 Pengujian Hasil SEM.....	23
3.4.2 Pengujian Hasil EDX.....	24
3.4.3 Pengujian Hasil XRD	25
3.5 Hasil Pengujian.....	27
3.5.1 Berat Endapan Serbuk Tembaga	27
3.5.2 Morfologi Serbuk Tembaga.....	27
3.5.3 Ukuran Butiran Rata – rata.....	30
3.5.4 Efisiensi Arus dan Konsumsi Energi Listrik	31
3.5.5 Komposisi Cu-O pada Serbuk Tembaga	31
3.5.6 Unsur dan Senyawa pada Serbuk Tembaga	32
BAB IV PEMBAHASAN.....	33
4.1 Serbuk Tembaga yang Dihasilkan.....	33
4.2 Komposisi Cu-O yang dihasilkan.....	37
4.4 Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Ukuran Butiran Serbuk Tembaga	39
4.5 Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus dan Konsumsi Energi Serbuk Tembaga.....	40
4.6 Perbandingan Kandungan Oksigen.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Kebutuhan Alat.....	16
Tabel 3. 2 Daftar Kebutuhan Bahan.....	17
Tabel 3. 3 Variasi Rapat Arus.....	17
Tabel 3. 4 Variasi Konsentrasi Aditif Tiourea.....	18
Tabel 3. 5 Berat Endapan Serbuk Tembaga.....	27
Tabel 3. 6 Foto hasil pengujian SEM.....	28
Tabel 3. 7 Ukuran butiran rata – rata.....	30
Tabel 3. 8 Efisiensi arus dan konsumsi energi listrik.....	31
Tabel 3. 9 Kandungan Cu dan O.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian	3
Gambar 2. 1 Bentuk – bentuk partikel.....	6
Gambar 2. 2 Sel Elektrolisis Sintesis Serbuk Tembaga.....	7
Gambar 3. 1 Diagram alir percobaan serbuk tembaga.....	19
Gambar 3. 2 Pelat tembaga ukuran 40 x 50 mm.....	19
Gambar 3. 3 Plat <i>Stainless Steel 316L</i> ukuran 20 x 30 mm.....	20
Gambar 3. 4 Larutan elektrolit dengan penambahan tiourea	20
Gambar 3. 5 Metode Elektrolisis	21
Gambar 3. 6 Pemisahan serbuk tembaga dengan metode <i>brushing</i>	22
Gambar 3. 7 Serbuk tembaga kering.....	22
Gambar 3. 8 Alat <i>Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>	23
Gambar 3. 9 Hasil Analisis <i>Image-J</i>	24
Gambar 3. 10 Alat <i>X-Ray Diffraction</i>	26
Gambar 3. 11 Hasil analisi Match.....	26
Gambar 3. 12 Hasil pengujian XRD tanpa aditif tiourea	32
Gambar 3. 13 Hasil pengujian XRD dengan aditif tiourea	32
Gambar 4. 1 Foto serbuk tembaga Sampe F0 tanpa penambahan aditif tiourea dengan rapat arus 0,2 A/cm ² dan 0,4 A/cm ²	33
Gambar 4. 2 Foto SEM serbuk tembaga Sampel F0 tanpa penambahan aditif dengan rapat arus (a) 0,2 A/cm ² (b) 0,4 A/cm ²	34
Gambar 4. 3 Foto serbuk tembaga Sampel F2 dengan penambahan aditif tiourea 0,05 mL/500 mL dengan rapat arus 0,2 A/cm ²	34
Gambar 4. 4 Foto SEM serbuk tembaga Sampel F2 dan F4 dengan penambahan aditif tiourea dan rapat arus (a) 0,2 A/cm ² (b) 0,4 A/cm ²	35
Gambar 4. 5 Foto serbuk tembaga Sampel F5 dengan penambahan aditif tiourea 0,1 mL/500 mL.....	36
Gambar 4. 6 Foto SEM serbuk tembaga Sampel F5 dan F7 dengan rapat arus 0,2 A/cm ² dan penambahan aditif tiourea (a) 0,10 mL/500 mL (b) 0,20 mL/500 mL.....	36
Gambar 4. 7 Hasil pengujian XRD tanpa aditif tiourea.....	37
Gambar 4. 8 Hasil pengujian XRD dengan penambahan aditif tiourea.....	38
Gambar 4. 9 Grafik Pengaruh Penambahan Aditif Terhadap Kandungan Oksigen.....	38
Gambar 4. 10 Grafik Pengaruh Rapat Arus Terhadap Ukuran Butiran.....	40
Gambar 4. 11 Grafik berat endapan terhadap rapat arus.....	41
Gambar 4. 12 Grafik penambahan aditif terhadap efisiensi arus.....	41
Gambar 4. 13 Grafik penambahan aditif terhadap konsumsi energi.....	42
Gambar 4. 14 Hasil XRD pada Jurnal Acuan.....	43
Gambar 4. 15 Hasil XRD yang dihasilkan.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Data berat teoritikal	48
Lampiran B. Data berat aktual	48
Lampiran C. Hasil Image-J Sampel F0 (a).....	48
Lampiran D. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F0 (a)	49
Lampiran E. Grafik ukuran butiran pada Sampel F0 (a).....	49
Lampiran F. Hasil Image-J Sampel F0 (b).....	50
Lampiran G. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F0 (b)	50
Lampiran H. Grafik ukuran butiran pada Sampel F0 (b).....	51
Lampiran I. Hasil Image-J Sampel F2	51
Lampiran J. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F2	52
Lampiran K. Grafik ukuran butiran pada Sampel F2.....	52
Lampiran L. Hasil Image-J Sampel F4	53
Lampiran M. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F4	53
Lampiran N. Grafik ukuran butiran pada Sampel F4.....	54
Lampiran O. Hasil Image-J Sampel F5.....	54
Lampiran P. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F5	55
Lampiran Q. Grafik ukuran butiran pada Sampel F5.....	55
Lampiran R. Hasil Image-J Sampel F7	56
Lampiran S. Tabel Distribusi ukuran butiran Sampel F7	56
Lampiran T. Grafik ukuran butiran pada Sampel F7	57
Lampiran U. Data efisiensi arus.....	57
Lampiran V. Data konsumsi energi listrik	57