

**PENGARUH BENTUK NANOPARTIKEL EMAS
YANG DISINTESIS DENGAN TEKNIK
ELEKTRODEPOSISI TERHADAP AKTIVITAS
ELEKTROOKSIDASI ETANOL**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memeroleh gelar Sarjana Sains**



**Annisa Auliya
1307617013**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH BENTUK NANOPARTIKEL EMAS YANG DISINTESIS DENGAN TEKNIK ELEKTRODEPOSISI TERHADAP AKTIVITAS ELEKTROOKSIDASI ETANOL

Nama Mahasiswa : Annisa Auliya
No. Induk Mahasiswa : 1307617013
Program Studi : Kimia

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: <u>Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si.</u> NIP 196405111989032001		31-08-21
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: <u>Dr. Esmar Budi, M.T.</u> NIP 197207281999031002		31-08-21
Ketua	: <u>Dr. Fera Kurniadewi, M.Si.</u> NIP 197612312001122002		23-08-21
Sekretaris	: <u>Arif Rahman, M.Sc.</u> NIP 197902162005011003		23-08-21
Anggota Penguji	: <u>Dr. Yusmaniar, M.Si.</u> NIP 196206261996022001		23-08-21
Pembimbing 1	: <u>Dr. Setia Budi, M.Sc.</u> NIP 197906212005011001		24-08-21
Pembimbing 2	: <u>Assoc. Prof. Dr. Akrajas A. U.</u>		23-08-21

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada 18 Agustus 2021

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Bentuk Nanopartikel Emas yang Disintesis dengan Teknik Elektrodeposisi terhadap Aktivitas Elektrooksidasi Etanol” yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan dan disebutkan dalam skripsi ini dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Jika di kemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 24 Agustus 2021



Annisa Auliya

LEMBAR PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk Allah subhanahu wa ta'ala

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya untuk Dr. Setia Budi, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dukungan, serta bantuan kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi ini

Ucapan terima kasih untuk abi, ummi, dan kedua adikku; kalian adalah energi di balik semangatku pada setiap harinya

Untuk segenap peneliti yang berkecimpung di bidang nanoteknologi, semoga karya sederhana ini bisa menginspirasi dan menjadi sumbangan ilmu pengetahuan

Sederhana apapun, penulis berharap karya ini bisa bermanfaat dan mendatangkan banyak maslahat

"Bersemangatlah atas hal-hal yang bermanfaat bagimu. Minta tolonglah kepada Allah, dan janganlah kamu bersikap lemah."

(HR. Muslim)

"Peneliti tidak pernah tahu jawaban pasti, siapa pun tidak, bahkan master sekalipun. Namun peneliti selalu berusaha ... untuk menemukan jawaban."

—Oliver Butterworth, The Enormous Egg—

ABSTRACT

ANNISA AULIYA. Shape-dependent of Gold Nanoparticles Synthesized by Electrodeposition Technique to the Ethanol Electrooxidation Activity. Thesis, Chemistry Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Jakarta, August 2021.

The use of catalysts in the electrooxidation of ethanol has received wide attention because of its potential application to generate electric power through direct ethanol fuel cells. In this case, Au presents good catalytic activity under base conditions. Importantly, the Au catalyst exhibits resistance to poisoning by adsorbed carbon monoxide. Therefore, this study aims to synthesize gold nanoparticles of various shapes through electrodeposition. This technique was chosen because it has the advantage of controlling the shape of the particles to be synthesized. The experimental results showed that Au/FTO with branched and spherical shape was successfully synthesized by this technique. Electrochemical activity test with EIS showed that Au/FTO 0.50 V and Au/FTO 50 minutes had the best electron transfer kinetics. The CV test confirmed the EIS results, where both particles had the highest ethanol electrooxidation catalytic activity, with a value of 7.9 and 8.1 mA/cm² for each catalyst. Between these two catalysts, the ratio j_b/j_f which shows the resistance to CO_{ads} poisoning at Au/FTO 0.50 V is better than Au/FTO 50 minutes. Overall, Au/FTO 0.50 V is the best catalyst for ethanol oxidation among other catalysts synthesized in this study, because it has the highest oxidation activity with lower CO_{ads} toxicity.

Keywords: electrodeposition, gold nanoparticles, shape of particles, ethanol electrooxidation

ABSTRAK

ANNISA AULIYA. Pengaruh Bentuk Nanopartikel Emas yang Disintesis dengan Teknik Elektrodeposisi terhadap Aktivitas Elektrooksidasi Etanol. Skripsi, Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Jakarta, Agustus 2021.

Penggunaan katalis dalam elektrooksidasi etanol mendapat perhatian yang luas karena potensi aplikasinya untuk menghasilkan tenaga listrik melalui sel bahan bakar etanol. Dalam hal ini, Au menyajikan aktivitas katalisis yang baik dalam kondisi basa, dan yang terpenting, katalis Au menunjukkan ketahanan terhadap keracunan yang disebabkan oleh karbon monoksida yang teradsorpsi. Modifikasi bentuk partikel Au penting untuk meningkatkan efisiensi suatu katalis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyintesis nanopartikel emas dengan berbagai bentuk melalui teknik elektrodeposisi. Teknik ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam mengontrol morfologi partikel yang akan disintesis. Hasilnya, nanopartikel emas dengan bentuk bercabang dan bulat berhasil disintesis dengan teknik ini. Uji aktivitas elektrokimia dengan EIS menunjukkan bahwa partikel Au/FTO 0,50 V dan Au/FTO 50 menit memiliki kinetika transfer elektron paling baik. Uji CV mengonfirmasi hasil EIS, di mana kedua partikel tersebut memang memiliki aktivitas elektrooksidasi etanol lebih tinggi, dengan nilai rapat arus 7,9 dan 8,0 mA/cm² untuk masing-masing katalis. Di antara kedua katalis ini, rasio j_b/j_f yang menunjukkan ketahanan keracunan CO_{ads} pada Au/FTO 0,50 V lebih baik dibandingkan Au/FTO 50 menit. Secara keseluruhan, Au/FTO 0,50 V merupakan katalis elektrooksidasi etanol terbaik di antara katalis lain yang disintesis pada penelitian ini, karena memiliki aktivitas elektrooksidasi etanol tertinggi dengan tingkat keracunan CO_{ads} yang rendah.

Kata kunci: bentuk partikel, elektrodeposisi, elektrooksidasi etanol, nanopartikel emas

KATA PENGANTAR

Bismillaah... Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Segala puji bagi Allah *subhaanahu wa ta'aala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“Pengaruh Bentuk Nanopartikel Emas yang Disintesis dengan Teknik Elektrodeposisi terhadap Aktivitas Elektrooksidasi Etanol”** dengan baik dan tepat waktu. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shallallaahu 'alaihi wa sallam*, semoga kita mendapatkan syafaat-Nya di hari akhir nanti. *Aamiin yaa rabbal 'alamiin*.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan, baik berupa moril maupun materiil. Terima kasih penulis ucapkan terutama untuk kedua dosen pembimbing, Dr. Setia Budi, M.Sc. dan Assoc. Prof. Dr. Akrajas Ali Umar, karena selalu memberikan motivasi, saran, nasihat, serta membimbing penulis dengan sabar. Tak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak lain yang sudah banyak mendukung dan membantu, baik secara langsung atau tidak langsung, mereka adalah:

1. Dr. Fera Kurniadewi, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Kimia UNJ sekaligus dosen pengampu mata kuliah Skripsi yang selalu mengingatkan penulis agar menyelesaikan karya ilmiah ini dengan tepat waktu.
2. Seluruh dosen Program Studi Kimia UNJ, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan sudut pandang baru kepada saya semasa perkuliahan.
3. PT Pusat Inovasi Sains, yang telah menyediakan instrumen potensiostat eDAQ ER466 dan EIS CS350.
4. Laboratorium Bioproduk Terintegrasi di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, yang telah mendukung fasilitas karakterisasi.
5. Abi dan ummi, karena selalu mendoakan dan menyemangati putrinya ini dengan doa dan semangat terbaik, serta selalu menjadi penenang saat penulis merasa sudah *down*.
6. Kedua adik saya, Abdulloh dan Fatimah, semoga skripsi ini bisa menjadi inspirasi dan motivasi untuk kalian menjadi lebih baik di masa depan.

7. Saudara-saudara, terutama dari keluarga Wonogiri dan Purworejo, yang sudah begitu perhatian dan mendukung *progress* kuliah saya.
8. Sahabat semasa kuliah yang sekaligus menjadi sahabat seperjuangan di tingkat akhir, Mega dan Agnes, yang sudah mengisi keceriaan di masa kuliah dan menguatkan saya saat sudah lemah.
9. Rekan-rekan satu tim riset: Aulia, Devi, Alfian, dan Reza, yang sudah mengukir kenangan bersama. Rasanya, akan selalu teringat dalam benak bagaimana semangat kita saat diminta melakukan pekerjaan, entah sekadar memindah barang dari lab ke LPPM, atau pekerjaan “sepele” lainnya. Semoga semangat dan kekompakan kita selalu terjaga.
10. Teman-teman Kimia UNJ angkatan 2017, yang bagaimanapun, merekalah pengisi hari-hari kuliah S1 saya.
11. Teman-teman organisasi, baik dari BEM Prodi Kimia, LD Ulul Albaab, Lingkar Inspirasi, dan teman-teman dari lingkungan UNJ, saya belajar banyak saat bersama kalian; serta pihak lain yang banyak membantu penulis, namun tidak bisa disebutkan satu per satu.

Terima kasih atas energi, semangat, motivasi, bantuan, dukungan, dan hal-hal lain yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa karya ini belumlah sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, dan tak lupa, semoga karya ini bisa menjadi amal jariah yang membuahkan banyak pahala. Terima kasih atas perhatiannya.

Wassalaamu ‘alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh

Jakarta, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN KOVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Nanopartikel Emas	5
1. Sifat Fisika Nanopartikel Emas	5
2. Sifat Kimia dan Katalisis Nanopartikel Emas	5
3. Sifat Optis Nanopartikel Emas	6
B. Elektrodeposisi	7
1. Sel Elektrokimia	8
2. Kontrol Morfologi pada Elektrodeposisi Nanopartikel Emas	10
C. Elektrooksidasi Etanol	11
D. Instrumen	13
1. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) dan EDX	13
E. <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV)	14
F. <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS).....	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
B. Metode Penelitian	17
1. Alat dan Bahan	17
1.1 Alat	17
1.2 Bahan	17
2. Prosedur Penelitian	17
2.1 Tahap Preparasi	17
2.2 Tahap Karakterisasi	19
2.3 Tahap Uji Elektrokimia	19
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
A. Sintesis Nanopartikel Emas	21
B. Karakterisasi Nanopartikel Emas	21
1. Karakterisasi FESEM	21
1.1 Nanopartikel Emas Variasi Tegangan Atas.....	21
1.2 Nanopartikel Emas Variasi Waktu Deposisi	23
1.3 Karakterisasi EDX	26
C. Uji Aktivitas Elektrokimia Nanopartikel Emas.....	26
1. Uji <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS).....	26
1.1 Nanopartikel Emas Variasi Tegangan Atas.....	26
1.2 Nanopartikel Emas Variasi Waktu Deposisi	28
2. Uji <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV)	30
2.1 Nanopartikel Emas Variasi Tegangan Atas.....	30
2.2 Nanopartikel Emas Variasi Waktu Deposisi	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
A. Kesimpulan.....	33
B. Saran	33
LAMPIRAN.....	34
DAFTAR PUSTAKA	38
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi LSPR nanopartikel logam	7
Gambar 2.2 Sel elektrokimia	8
Gambar 2.3 Elektrode FTO	10
Gambar 2.4 Prinsip dasar DEFC berbasis membran elektrolit yang mengantarkan proton	12
Gambar 2.5 <i>Image</i> SEM nanopartikel emas	13
Gambar 2.6 Komponen-komponen SEM	14
Gambar 2.7 Dua kaidah CV yang biasa digunakan	15
Gambar 2.8 Plot Nyquist pada EIS	16
Gambar 2.9 Rangkaian Randles	16
Gambar 3.1 Skema <i>pulsed deposition</i> yang digunakan pada eksperimen	18
Gambar 4.2 Transisi morfologi nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi tegangan atas	22
Gambar 4.3 Transisi morfologi nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi waktu deposisi	24
Gambar 4.4 Spektrum EDX nanopartikel emas	26
Gambar 4.5 Plot Nyquist nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi tegangan atas	27
Gambar 4.6 R_{ct} nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi tegangan atas	28
Gambar 4.7 Plot Nyquist nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi waktu deposisi	28
Gambar 4.8 R_{ct} nanopartikel emas yang disintesis dengan variasi waktu deposisi	29
Gambar 4.9 Uji elektrooksidasi etanol nanopartikel emas dengan variasi tegangan atas	30
Gambar 4.10 Uji elektrooksidasi etanol nanopartikel emas dengan variasi waktu deposisi	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kondisi sintesis masing-masing variabel 18



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Bagan Alir Percobaan	34
Lampiran 2 Dokumentasi Eksperimen	36
Lampiran 3 Karakterisasi EDX	37

