

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF *MONOETHANOLAMINE*
(MEA) DAN VARIASI WAKTU *DIPPING* TERHADAP
KONDUKTIVITAS LAPISAN TIPIS TEMBAGA (II) OKSIDA
(CuO)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si)



Oleh :
VIONY ANJELINA
20036078/2020

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Pengaruh Penambahan Aditif *Monoethanolamine* (MEA) dan Variasi Waktu *Dipping* terhadap Konduktivitas Lapisan Tipis Tembaga (II) Oksida (CuO)

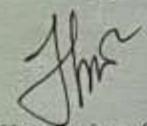
Nama : Viony Anjelina
NIM : 20036078
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 29 Februari 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Harv Sanjaya, S.Si., M.Si
NIP. 19830428 200912 1 007

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Viony Anjelina
NIM : 20036078
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF *MONOETHANOLAMINE (MEA)*
DAN VARIASI WAKTU *DIPPING* TERHADAP KONDUKTIVITAS
LAPISAN TIPIS TEMBAGA (II) OKSIDA (CuO)**

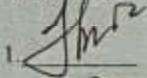
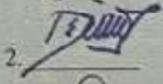
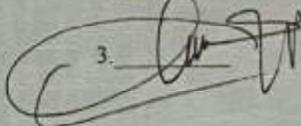
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 29 Februari 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama
1	Ketua	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si
2	Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si
3	Anggota	Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

SURAT PERNYATAAN

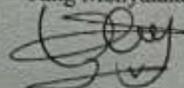
Saya yang bertandatangan dibawah ini
Nama : Viony Anjelina
NIM : 20036078
Tempat/Tanggal Lahir : Bukittinggi, 02 November 2000
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan Aditif Monoethanelamine (MEA) dan Variasi Waktu Dipping terhadap Konduktivitas Lapisan Tipis Tembaga (II) Oksida (CuO)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 29 Februari 2024
Yang Menyatakan



Viony Anjelina
NIM:20036078

Pengaruh Penambahan Aditif *Monoethanolamine* (MEA) dan Variasi Waktu *Dipping* terhadap Konduktivitas Lapisan Tipis Tembaga (II) Oksida (CuO)

Viony Anjelina

ABSTRAK

Permintaan energi listrik di Indonesia berkembang pesat sehingga dibutuhkan energi alternatif sebagai cadangan energi seperti sel surya. CuO merupakan material yang dapat digunakan sebagai bahan semikonduktor untuk aplikasi sel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan aditif MEA dan waktu *dipping* terhadap konduktivitas lapisan tipis CuO menggunakan metode sol-gel *dip coating*. Pada pengujian dengan FPP didapatkan konduktivitas lapisan tipis yang berbeda di tiap variasi yang membuktikan bahwa penambahan aditif MEA dan variasi waktu *dipping* berpengaruh terhadap konduktivitas. Berdasarkan analisis UV-DRS diperoleh data *bandgap* dimana lapisan tipis CuO yang disintesis memiliki *bandgap* dalam rentang ukuran *bandgap* CuO yaitu $\sim 1,2$ eV. Pada karakterisasi SEM didapatkan ketebalan sebesar $1,883\mu\text{m}$ dengan bentuk morfologi permukaan berbentuk *spherical*. Pada data XRF terbukti adanya kandungan CuO pada lapisan tipis yang disintesis dengan konsentrasi 0,15 untuk Cu dan 0,0062 untuk CuO. Penambahan zat aditif dan waktu *dipping* mempengaruhi penurunan *bandgap* begitu juga dengan pengaruhnya terhadap nilai konduktivitas.

Kata Kunci: CuO, konduktivitas, lapisan tipis, MEA, semikonduktor

Effect of Monoethanolamine (MEA) Additive Addition and Dipping Time Variation on Conductivity of Thin Layer of Copper (II) Oxide (CuO)

Viony Anjelina

ABSTRACT

The demand for electrical energy in Indonesia is growing rapidly, necessitating alternative energy sources such as solar cells. CuO is a material that can be used as a semiconductor for solar cell applications. The research conducted is a quantitative experimental study aimed at determining the influence of MEA additive and dipping time on the conductivity of thin CuO layers using the sol-gel dip coating method. Through FPP testing, different conductivities were observed in each variation, demonstrating that the addition of MEA additive and variations in dipping time affect conductivity. Based on UV-DRS analysis, bandgap data were obtained, indicating that the synthesized CuO thin layers have a bandgap within the range of CuO bandgaps, approximately ~1.2 eV. SEM characterization revealed a thickness of 1.883 μm . XRF data confirmed the presence of CuO content in the synthesized thin layers. The addition of the MEA additive and dipping time significantly influences the reduction of the bandgap, as well as its effect on conductivity.

Keywords: conductivity, CuO, MEA, semiconductor, thin layer

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Aditif *Monoethanolamine* (MEA) dan Variasi Waktu *Dipping* terhadap Konduktivitas Lapisan Tipis Tembaga (II) Oksida (CuO)”** dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Selesainya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, bantuan, dan masukan yang bermanfaat dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si sebagai pembimbing akademik sekaligus penasehat akademik Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si dan Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen penguji.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D, sebagai Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang dan Koordinator Program Studi S1 Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
5. Teman-teman satu tim terutama Miftah Patriela yang banyak membantu dan bekerja sama dengan penulis.
6. Sahabat penulis Putri Yulia, S.Si dan Shintia Nabila Putri serta adik penulis Willanza Dillavia yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan 2020 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis sadar bahwasannya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukan, kritikan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 28 Februari 2024

Viony Anjelina

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Semikonduktor CuO	7
B. <i>Monoethanolamine</i> (MEA)	11
C. Lapisan Tipis	12
D. Metode Sol-Gel <i>Dip Coating</i>	14
E. Karakterisasi	17
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Waktu dan Tempat	25
B. Objek Penelitian	25
C. Variabel Penelitian	25
D. Alat dan Bahan	26
E. Prosedur Penelitian	26
F. Skema Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Sintesis Lapisan Tipis CuO	30
B. Karakterisasi Lapisan Tipis CuO	32

BAB V PENUTUP.....	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Uji FPP Lapisan Tipis CuO Variasi Aditfv MEA	32
Tabel 2. Hasil Uji FPP Lapisan Tipis CuO Variasi Aditfv MEA	34
Tabel 3. Energi Bandgap Terhadap Pengaruh Volume Aditif MEA.....	36
Tabel 4. Energi Bandgap Terhadap Pengaruh Waktu <i>Dipping</i>	37
Tabel 5. Hasil XRF Lapisan Tipis CuO	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Konduktivitas Material Solid-State	8
Gambar 2. Struktur CuO.....	10
Gambar 3. Struktur Monoethanolamine	12
Gambar 4. Diagram skematik untuk persiapan film tipis CuO dengan teknik sol-gel dip-coating.....	15
Gambar 5. Desain Alat Dip-coating	16
Gambar 6. Skema alat uji Four Point Probe (FPP).....	22
Gambar 7. Skema Kerja FPP	23
Gambar 8. Spektrum DRS dari CuO/rGO	21
Gambar 9. Scanning Electron Microscopy	18
Gambar 10. Mikrograf SEM sampel CuO hasil sintesis	19
Gambar 11. Foto SEM dari lapisan tipis CuO.....	38
Gambar 12. Histogram ukuran partikel lapisan tipis CuO	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian	45
Lampiran 2. Dasar-dasar Perhitungan	46
Lampiran 3. Perhitungan.....	46
Lampiran 4. Grafik <i>Bandgap</i> Karakterisasi UV-DRS	52
Lampiran 5. XRF Lapisan Tipis CuO	53
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	54
Lampiran 7. Anggaran dan Jadwal Penelitian	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumber daya energi telah mengambil peran yang semakin penting dan saling bergantung dengan dampak lingkungan global, khususnya energi listrik. Permintaan listrik di Indonesia berkembang pesat, didorong oleh pertumbuhan ekonomi yang kuat dikombinasikan dengan urbanisasi dan industrialisasi yang belum pernah terjadi sebelumnya. Permintaan listrik secara keseluruhan meningkat dari 134,5 TWh pada tahun 2008 menjadi 203 TWh pada tahun 2015, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sekitar 6%. Pada tahun 2022, kebutuhan listrik per individu di Indonesia telah mencapai 1.172 kWh dan diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2022).

Efisiensi energi diperlukan untuk memperlambat pertumbuhan permintaan puncak, karena menurut perkiraan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) permintaan puncak akan mencapai 189 GW pada tahun 2031. Kebutuhan manusia dengan energi sangat besar, sedangkan cadangan minyak bumi semakin lama digunakan akan habis. Memenuhi kebutuhan listrik harus ditambah dengan energi alternatif sebagai cadangan energi, salah satunya menggunakan sel surya dengan memanfaatkan bahan semikonduktor (Green *et al.*, 2018).

Semikonduktor adalah jenis material yang memiliki tingkat konduktivitas listrik berada di antara isolator dan konduktor, dengan nilai energi celah (*gap*) kurang dari 6 eV (Oktaviani, 2014). Semikonduktor untuk energi terbarukan yaitu pada panel surya berbasis semikonduktor yang

membantu menghasilkan energi listrik dari sinar matahari. Semikonduktor juga dapat digunakan dalam baterai dan sistem penyimpanan energi lainnya (Green *et al.*, 2018).

Salah satu teknologi semikonduktor yang banyak diteliti saat ini adalah teknologi fabrikasi lapisan tipis. Lapisan tipis adalah materi yang menutupi substrat dengan ketebalan yang tidak melebihi 10 μm . Teknologi lapisan tipis telah berkembang pesat termasuk dalam cara pembuatan, bahan yang digunakan, dan aplikasi yang dimilikinya. Lapisan tipis adalah lapisan material yang dapat terbuat dari berbagai jenis bahan, termasuk organik, anorganik, logam, atau campuran logam-organik, dan mungkin memiliki sifat konduktif, semikonduktif, superkonduktif, atau isolatif. Lapisan tipis semikonduktor juga digunakan dalam berbagai aplikasi seperti elektrokromik, fotokatalis, dan sensor (Amananti & Sutanto, 2015).

Ada beberapa metode yang digunakan dalam pembuatan lapisan tipis yaitu, logam uap kimia organik, kimia basah, metode uap kimia, pelapisan laser berpulsa, *Sputtering*, *screen printing*, pelapisan putar (*Spin-coating*), pelapisan celup (*Dip coating*). Pada penelitian ini lapisan tipis akan disintesis dengan teknik *Dip coating*. *Dip coating* merupakan teknik lapisan substrat yang didasarkan pada penggunaan larutan prekursor dan proses penarikan substrat melalui gaya gravitasi, selanjutnya substrat tersebut dikeringkan untuk menghapuskan kandungan pelarut (Ningsih *et al.*, 2021).

Material yang biasa digunakan untuk pembuatan lapisan tipis salah satunya Indium Timah Oksida (ITO). ITO merupakan semikonduktor yang digunakan sebagai bahan fotokatoda pada sel surya (Moaz Baig, 2021). ITO ini

mempunyai kelemahan yaitu biaya produksinya tinggi, sehingga perlu adanya pengembangan material pengganti ITO dengan material yang harganya lebih murah. Material semikonduktor yang dapat disintesis menggunakan pendekatan ini salah satunya yaitu tembaga (II) oksida (CuO) (Moaz Baig, 2021).

CuO termasuk dalam kelompok senyawa oksida logam transisi dan memiliki sifat sebagai semikonduktor tipe-p yang menarik. Sifat unik dari oksida logam transisi ini terletak pada celah pita energinya yang sangat kecil, yaitu sebesar 1,2 eV dalam bentuk *bulk* (Prabhin *et al.*, 2017). Berdasarkan karakteristiknya tembaga (II) oksida dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu pada sel surya, fotodetektor, fotokatalis, dan *field emission displays* (FEDs) (Mallick & Sahu, 2012).

Pada penelitian Aris Doyan dkk (2021) dilakukan sintesis lapisan tipis SnO₂ tanpa penggunaan aditif, dengan hasil yang didapatkan nilai langsung dan tidak langsung dari energi *bandgap* terbesar untuk persentase 95,5% adalah 3,62 eV dan 3,92 eV ditemukan di SnO₂ lapisan tipis (Doyan *et al.*, 2021). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sherly Kasuma Warda Ningsih dkk (2021) pada sintesis semikonduktor Cu²⁺ *doping* ZnO dimana disini digunakan albumen sebagai aditif yang dapat mempengaruhi ukuran partikel sehingga membuatnya lebih kecil dari ZnO murni. Nilai celah pita terkecil yang diukur dengan UV-DRS diperoleh dari penambahan 30 mL albumen dengan ukuran partikel yang diukur menggunakan XRD berkisar antara 16,62–53,21 nm (Ningsih *et al.*, 2021).

Aditif merupakan zat yang dapat menghasilkan bahan dengan homogenitas tinggi dan bersifat menstabilkan. Penambahan aditif ini dapat

menghasilkan produk yang memiliki luas permukaan per volume yang besar (Ningsih et al., 2021). Aditif yang biasa digunakan dalam sintesis nanomaterial salah satunya adalah *monoethanolamine* (MEA). Penelitian ini nantinya akan dilakukan dengan penambahan zat aditif *monoethanolamine* (MEA) untuk mendapatkan struktur lapisan tipis yang lebih bagus (Pierret, 1996).

Berdasarkan uraian diatas dan hasil penelitian terdahulu, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan lapisan tipis plat kaca CuO dengan menggunakan metode *dip coating*. Tujuan dari penelitian ini agar mendapat lapisan tipis yang baik dengan penambahan beberapa variasi *monoethanolamine* (MEA). Lapisan tipis CuO yang dihasilkan ini akan dikarakterisasi menggunakan *Four Point Probe* untuk mengukur konduktivitas pada lapisan tipis CuO, UV-DRS untuk mengetahui besar celah pita (*band gap*) yang dihasilkan, kemudian SEM untuk mengetahui morfologi permukaan dan ketebalan lapisan tipis. Selanjutnya kaarakterisasi dengan XRF untuk menganalisis kandungan unsur dalam lapisan tipis.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan diatas, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan permintaan energi listrik di Indonesia
2. Peran penting semikonduktor sebagai energi alternatif
3. Metode sintesis lapisan tipis semikonduktor CuO
4. Bagaimana penggunaan lapisan tipis dalam perkembangan semikonduktor

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian sintesis lapisan tipis CuO yaitu:

1. Zat aditif yang digunakan yaitu *monoethanolamine* (MEA) dengan volume 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, 2,5 ml dan 3 ml.
2. Variasi waktu *dipping* yang digunakan yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit.
3. Proses sintesis lapisan tipis CuO menggunakan metoda *dip coating*.
4. Karakterisasi menggunakan FPP, UV-DRS, SEM, dan XRF.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan volume zat aditif *monoethanolamine* (MEA) yaitu dengan volume 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, 2,5 ml dan 3 ml dalam sintesis lapisan tipis CuO dengan metode *dip coating*?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu *dipping* yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit pada sintesis lapisan tipis CuO dengan metoda sol gel *dip coating*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui bagaimana pengaruh variasi penambahan volume zat aditif *monoethanolamine* (MEA) yaitu dengan volume 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, 2,5 ml dan 3 ml dalam sintesis lapisan tipis CuO dengan metode *dip coating*.

2. Mengetahui bagaimana pengaruh variasi waktu *dipping* yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit pada sintesis lapisan tipis CuO dengan metoda sol gel *dip coating*.

F. Manfaat Penelitian

Sementara itu, hasil dari penelitian ini membawa sejumlah keuntungan seperti:

1. Memperoleh informasi berupa pengaruh variasi waktu *dipping* yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit pada sintesis lapisan tipis CuO dengan metoda sol gel *dip coating*.
2. Memperoleh informasi berupa pengolahan data berdasarkan pengaruh variasi penambahan volume zat aditif *monoethanolamine* (MEA) yaitu dengan volume 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, 2,5 ml dan 3 ml dalam sintesis CuO dengan metode *dip coating*.