

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN *DIETHANOLAMINE* (DEA)
SEBAGAI ADITIF DALAM SINTESIS DAN KARAKTERISASI
 SnO_2 *POWDER* MENGGUNAKAN METODA SOL-GEL**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



OLEH:

MIFTAH PATRIELA

20036102/2020

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

2024

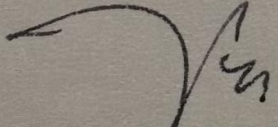
PERSETUJUAN SKRIPSI

**Efektivitas Penambahan *Diethanolamine* (DEA) sebagai Aditif dalam sintesis
dan Karakterisasi *SnO₂ Powder* Menggunakan Metode Sol-Gel**

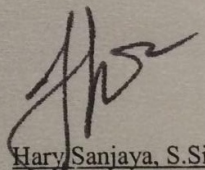
Nama : Miftah Patriela
NIM : 20036102
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Februari 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


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

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

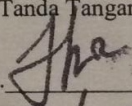
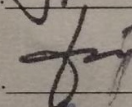
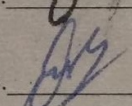
Nama : Miftah Patriela
TM/NIM : 2020/20036102
Program Studi : Kimia (NK)
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN *DIETHANOLAMINE (DEA)*
SEBAGAI ADITIF DALAM SINTESIS DAN KARAKTERISASI SnO_2
POWDER MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL**

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

Padang, 26 Februari 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	1. 
2	Anggota	Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D	2. 
3	Anggota	Dr. rer. nat. Deski Beri, S.Si., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Miftah Patriela
NIM : 20036102
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/20 Juli 2000
Program Studi : Kimia (NK)
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Efektivitas Penambahan *Diethanolamine* (DEA) sebagai Aditif dalam sintesis dan Karakterisasi *SnO₂ Powder* Menggunakan Metode Sol-Gel

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, 26 Januari 2024
Yang Menyatakan



Miftah Patriela
NIM. 20036102

Efektivitas Penambahan *Diethanolamine* (DEA) sebagai Aditif dalam sintesis dan Karakterisasi SnO₂ Powder Menggunakan Metode Sol-Gel

Miftah Patriela

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat dengan meningkatnya ekonomi dan jumlah penduduk di Indonesia. Sumber energi fosil digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dan akan habis jika dipakai terus-menerus. Sumber energi fosil dapat digantikan dengan menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk memenuhi kebutuhan energi listrik nasional. Salah satu Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dapat dikembangkan adalah semikonduktor. Pada penelitian ini menggunakan nanomaterial SnO₂ dengan menambahkan zat aditif *Diethanolamine* (DEA). Tujuan dari penambahan aditif pada penelitian ini adalah untuk mengamati efektivitas dari penambahan DEA pada nilai celah pita, fasa Kristal, dan morfologi permukaan pada SnO₂.

Pada penelitian ini menggunakan metode sol-gel untuk sintesis SnO₂. Metode sol-gel adalah konversi monomer menjadi larutan koloid (sol) yang berfungsi sebagai prekursor untuk jaringan terintegrasi (gel) baik partikel diskrit atau polimer jaringan. Beberapa keunggulan metode sol-gel yaitu homogenitas produknya baik, mudah dalam mengontrol komposisi, menggunakan temperatur yang relatif rendah, area pelapisan luas, biaya peralatan rendah, memiliki sifat optik yang baik, sederhana, dan tingkat pemakaian energi dan bahan rendah. Nanomaterial SnO₂ akan dikarakterisasi dengan Spektrofotometer UV-DRS, *X-ray Diffraction* (XRD), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Hasil karakterisasi nanomaterial SnO₂ dengan penambahan zat aditif *Diethanolamine* sebanyak 1.5 mL telah didapatkan nilai celah pita sebesar 3.60 eV. Hasil XRD menunjukkan bahwa fasa Kristal nanomaterial SnO₂ memiliki struktur rutil tetragonal dengan rata-rata ukuran kristalit 45.64 nm. Hasil SEM menunjukkan bahwa bentuk morfologi nanomaterial SnO₂ berbentuk *spherical* dengan rata-rata ukuran partikel sebesar 29.89 nm. Uji aktivitas fotokatalis SnO₂ dengan *Methyl Orange* (MO) menunjukkan nilai persen degradasi optimum sebesar 87.89% selama 90 menit.

Kata Kunci : Semikonduktor, SnO₂, *Diethanolamine* (DEA)

Effectiveness of Diethanolamine (DEA) Addition as Additive in the Synthesis and Characterization of SnO₂ Powder Using Sol-Gel Method

Miftah Patriela

ABSTRACT

The need for electrical energy is increasing with the increase in the economy and population in Indonesia. Fossil energy sources are used as fuel to produce electrical energy and will run out if used continuously. Fossil energy sources can be replaced by using New Renewable Energy (NRE) to meet national electrical energy needs. One of the New Renewable Energy (NRE) that can be developed is semiconductors. In this study using SnO₂ nanomaterials by adding Diethanolamine (DEA) additives. The purpose of adding additives in this study is to observe the effectiveness of the addition of DEA on the band gap value, crystal phase, and surface morphology on SnO₂.

In this study using the sol-gel method for the synthesis of SnO₂. The sol-gel method is the conversion of monomers into colloidal solutions (sol) which serve as precursors for integrated networks (gels) either discrete particles or network polymers. Some of the advantages of the sol-gel method are good product homogeneity, easy to control the composition, use relatively low temperatures, large coating areas, low equipment costs, have good optical properties, simple, and low energy and material usage rates. SnO₂ nanomaterials will be characterized by UV-DRS Spectrophotometer, X-ray Diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscopy (SEM).

The results of characterization of SnO₂ nanomaterials with the addition of Diethanolamine additives as much as 1.5 mL have obtained a band gap value of 3.60 eV. XRD results show that the SnO₂ nanomaterial crystal phase has a tetragonal rutile structure with an average crystallite size of 45.64 nm. SEM results show that the morphological shape of SnO₂ nanomaterials is spherical with an average particle size of 29.89 nm. SnO₂ photocatalyst activity test with Methyl Orange (MO) showed an optimum degradation percent value of 87.89% for 90 minutes.

Keywords: Semiconductor, SnO₂, Diethanolamine (DEA)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan judul **“Efektivitas Penambahan *Diethanolamine* (DEA) sebagai Aditif dalam sintesis dan Karakterisasi SnO₂ Powder Menggunakan Metode Sol-Gel”**.

Proposal ini diajukan untuk melengkapi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia (NK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bimbingan kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si., selaku Ketua Departemen dan Ketua Prodi Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Hary Sanjaya, M.Si., selaku Penasehat Akademik dan Pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji pada Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. rer. nat. Deski Beri, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah memberikan pengajaran selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
7. Teman-teman satu tim yang bekerja sama dengan penulis.

Penulis menerima kritik dan saran terhadap penulisan skripsi ini. Atas kritik dan sarannya penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Januari 2024

Penulis,

Miftah Patriela

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Semikonduktor SnO ₂	7
B. <i>Diethanolamine</i> (DEA)	11
C. Metode Sol-Gel	14
D. Karakterisasi.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Objek Penelitian	30
C. Variabel	30
D. Alat dan Bahan	31

E. Prosedur Kerja	31
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
A. Karakterisasi Spektrofotometer UV -DRS pada SnO ₂	35
B. Karakterisasi <i>X-ray Diffraction</i> (XRD) pada SnO ₂	38
C. Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) pada SnO ₂	42
D. Uji Aktivitas Fotokatalis SnO ₂ dengan <i>Methyl Orange</i>	44
BAB V PENUTUP.....	49
A. Kesimpulan.....	49
B. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Energi <i>Bandgap</i> terhadap Pengaruh Konsentrasi Prekursor	35
Tabel 2. Energi <i>Bandgap</i> terhadap Pengaruh DEA	37
Tabel 3. Ukuran Kristalit pada SnO ₂ Tanpa Aditif dengan Penambahan Aditif ..	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Konduktivitas Isolator, semikonduktor, dan konduktor (Sze & Lee, 2012)	7
Gambar 2. Struktur Kristal Rutil SnO ₂ (Kumar et al., 2022).....	9
Gambar 3. Struktur <i>Diethanolamine</i> (DEA) (Avila et al., 2015).....	12
Gambar 4. Proses Metode Sol-Gel (Parashar et al., 2020).....	20
Gambar 5. Transisi Dasar Semikonduktor (Maywontiana, 2018)	22
Gambar 6. Analisis Nanopartikel SnO ₂ dengan UV-DRS (Qi et al., 2019).....	23
Gambar 7. Skema sistem untuk difraktometer (Bunaciu et al., 2015)	24
Gambar 8. Pola XRD pada Nanopartikel SnO ₂ (Patel et al., 2021).....	25
Gambar 9. Pengukuran SEM Pada Sintesis Nanopartikel SnO ₂ (Patel et al., 2021)	27
Gambar 10. Pola XRD pada SnO ₂ dengan Penambahan 1,5 mL DEA dan Tanpa Penambahan DEA	39
Gambar 11. (a) Gambar SEM pada SnO ₂ Tanpa Aditif (b) Gambar SEM pada SnO ₂ 1 mmol + 1.5 ml DEA	42
Gambar 12. Histogram Distribusi Ukuran Partikel pada (a) SnO ₂ Tanpa DEA dan (b) SnO ₂ dengan Penambahan 1.5 mL DEA.....	43
Gambar 13. (a)Persen Degradasi <i>Methyl Orange</i> dengan SnO ₂ 1 mmol Tanpa DEA (b) Persen Degradasi <i>Methyl Orange</i> dengan SnO ₂ 1 mmol + 1.5 mL DEA	45
Gambar 14. Skema Mekanisme Reaksi dari SnO ₂ pada Degradasi <i>Methyl Orange</i> (Shabna et al., 2023).....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Preparasi Larutan.....	61
Lampiran 2. Skema Penelitian	63
Lampiran 3. Proses Sintesis SnO ₂ dengan Variasi Konsentrasi.....	64
Lampiran 4. Proses Sintesis SnO ₂ dengan Variasi Volume DEA.....	66
Lampiran 5. Data Analisis XRD pada SnO ₂	67
Lampiran 6. Penentuan Ukuran Kristalit SnO ₂ dengan Menggunakan Persamaan <i>Debye-Scherrer</i>	77
Lampiran 7. Penentuan Parameter Kisi pada SnO ₂	79
Lampiran 8. Penentuan Persen Degradasi <i>Methyl Orange</i> dengan Katalis SnO ₂ .	80
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	82

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat dengan meningkatnya ekonomi dan jumlah penduduk di Indonesia (Adistia et al., 2020). Informasi yang telah diperoleh dari Databoks.id tahun 2023 menunjukkan bahwa Indonesia mengkonsumsi listrik per kapita sebesar 1.089 kWh per kapita pada tahun 2020 dan terjadi peningkatan pada tahun 2021 sebesar 1.123 kWh per kapita. Konsumsi listrik di Indonesia tercatat pada tahun 2022 sudah mencapai 1.173 kWh per kapita. Sumber energi fosil digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dan akan habis jika dipakai terus-menerus (Ryuanargo et al., 2013). Sumber energi fosil dapat digantikan dengan menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk memenuhi kebutuhan energi listrik nasional (Adistia et al., 2020). Salah satu Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dapat dikembangkan adalah semikonduktor.

Salah satu penggunaan semikonduktor di Indonesia yaitu produksi perangkat elektronik yang menggunakan ion Litium sebagai bahan semikonduktor (Brunner, 2021). Baterai ion Litium sensitif terhadap suhu tinggi dan dapat terbakar jika terkena panas yang ekstrim serta produksi baterai ion Litium membutuhkan biaya yang mahal sehingga kurang dapat diakses oleh konsumen (Shobana, 2019). Penggunaan baterai ion Litium dapat digantikan dengan menggunakan alternatif semikonduktor lain.

Semikonduktor adalah material yang dapat menghantarkan listrik dalam rentang tertentu. Sifat listrik dan optik dari semikonduktor memiliki dampak besar pada kinerja sel surya, foto elektrokatalis dan foto katalis (Wang et al., 2021). Semikonduktor memiliki beberapa keunggulan, yaitu dapat diproses dengan deposisi temperatur rendah, memiliki lapisan yang halus/butir, pembuatan daerah yang luas pada kaca dan kurangnya keteraturan jarak jauh membuat substrat plastik fleksibel (Kim et al., 2018). Aplikasi semikonduktor diantaranya sel surya, baterai, dan elektroda transparan serta sensor gas dan fotokatalis (Patel et al., 2021). Beberapa material semikonduktor yang dapat diaplikasikan seperti TiO_2 , ZnO , CoO , CdO , LiCoO_2 , dan SnO_2 (Shobana, 2019).

Timah dioksida (SnO_2) adalah semikonduktor oksida tipe-n dengan celah pita sebesar 3,6 eV yang memiliki konduktivitas listrik yang baik (Kose et al., 2015). Pada dasarnya timah oksida ada dalam bentuk SnO , SnO_2 , Sn_3O_4 , dan Sn_2O_3 . Pada timah oksida dalam bentuk SnO bersifat kurang stabil sehingga melalui oksidasi diubah menjadi SnO_2 . Keunggulan SnO_2 adalah stabilitas konduktor transparan yang baik karena memiliki konduktivitas listrik yang tinggi dan transparan terhadap cahaya tampak. Selain itu, SnO_2 tidak mengalami korosi dan unsur timahnya yang mudah didapatkan sehingga produksinya lebih murah. Celah pita optik yang lebar dari SnO_2 dan transparansi terhadap panjang gelombang tampak menjadikan SnO_2 cocok untuk beberapa aplikasi seperti sel surya, sensor gas, elektroda transparan, baterai, transistor, dan fotokatalis (Patel et al., 2021).

Beberapa metode dalam pembuatan sintesis material SnO_2 , seperti metode *sputtering* magnetron (Ning et al., 2009), metode kopresipitasi kimia (Liu et al.,

2012), teori fungsi (Isherwood et al., 2015), metode hidrotermal (Borhade et al., 2019) dan metode sol-gel (Kim et al., 2018). Proses sol-gel merupakan konversi monomer menjadi larutan koloid (sol) yang berfungsi sebagai prekursor untuk jaringan terintegrasi (gel) baik partikel diskrit atau polimer jaringan (Ansari et al., 2018). Metode sol-gel memiliki kelebihan, yaitu homogenitas produknya baik, mudah dalam mengontrol komposisi, menggunakan temperatur yang relatif rendah, area pelapisan luas, biaya peralatan rendah, memiliki sifat optik yang baik (Ilican et al., 2008), sederhana, dan tingkat pemakaian energi dan bahan rendah (Saini et al., 2007).

Arini, dkk, telah melakukan penelitian sintesis SnO₂ tanpa menggunakan aditif menghasilkan morfologi SnO₂ yang terlihat halus dengan ukuran partikel 71,5 nm (Arini et al., 2021). Penelitian oleh Aziz, dkk, dengan menggunakan bahan aditif polietilen glikol dalam sintesis SnO₂ menghasilkan morfologi yang lebih halus dengan ukuran partikel yang lebih kecil sekitar 22-31 nm (Aziz et al., 2012). Penggunaan aditif dapat mempengaruhi morfologi material SnO₂ sehingga diperoleh material yang optimum. Zat aditif dapat menghasilkan suatu material yang homogen (Ningsih, 2016), penstabil (Suchanek et al., 2018), serta dapat meningkatkan stabilitas termal dan ketahanan oksidasi pada semikonduktor (Widodo, 2020). Sintesis nanopartikel senyawa oksida diperlukan penggunaan aditif sebagai *capping agent* untuk meningkatkan sifat dan aplikasi semikonduktor dari nanopartikel tersebut (Fathia, 2018). Salah satu zat aditif yang dapat digunakan sebagai *capping agent* adalah *Diethanolamine* (DEA).

Diethanolamine (DEA) adalah senyawa organik dengan rumus $C_4H_{11}NO_2$. DEA dapat bertindak sebagai basa dan asam (amfoterik) (Damayanti, 2021). Dalam sintesis semikonduktor, penggunaan DEA memiliki keunggulan seperti meningkatkan konduktivitas listrik, ketahanan terhadap oksidasi dan sifat optik pada semikonduktor (Rahayu et al, 2020) sehingga penggunaan DEA sebagai aditif dibutuhkan dalam sintesis SnO_2 dengan menggunakan metode sol-gel untuk menghasilkan material dengan kehomogenan yang tinggi (Kasuma et al., 2020).

Berdasarkan penjelasan di atas sehingga tertarik untuk mengambil judul **“Efektivitas Penambahan *Diethanolamine* (DEA) sebagai Aditif dalam Sintesis dan Karakterisasi SnO_2 Powder Menggunakan Metode Sol-Gel”**. SnO_2 yang disintesis akan dikarakterisasi dengan UV-DRS, FTIR dan SEM serta aplikasi fotokatalis SnO_2 .

B. Identifikasi Masalah

1. Konsumsi energi listrik per kapita yang semakin meningkat dari tahun 2020 sampai 2022 di Indonesia.
2. Peningkatan kebutuhan energi listrik seiring dengan meningkatnya produksi semikonduktor di Indonesia.
3. Metode sintesis pembuatan material SnO_2 .
4. Penggunaan aditif sebagai *capping agent* pada sintesis nanopartikel SnO_2 .

C. Batasan Masalah

1. Pengaruh penambahan DEA sebagai aditif dalam sintesis SnO_2 .
2. Pengaruh konsentrasi prekursor $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ dalam sintesis SnO_2 .

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat diambil permasalahannya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan 1.5 ml, 2 ml, dan 2.5 ml volume DEA sebagai aditif dalam sintesis SnO_2 ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi prekursor $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.8 mmol, 1 mmol, dan 1.2 mmol dalam sintesis SnO_2 ?
3. Bagaimana karakteristik material SnO_2 dari penambahan DEA sebagai aditif yang disintesis menggunakan metode sol-gel?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Bagaimana mengetahui pengaruh penambahan DEA sebagai aditif dalam sintesis SnO_2 .
2. Bagaimana mengetahui pengaruh konsentrasi prekursor $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam sintesis SnO_2 .
3. Bagaimana mengetahui karakterisasi material SnO_2 dari penambahan DEA sebagai aditif yang disintesis menggunakan metode sol-gel.

F. Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui dan memperoleh informasi penambahan DEA sebagai aditif dalam sintesis SnO_2 .
2. Dapat mengetahui dan memperoleh informasi pengaruh konsentrasi prekursor $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam sintesis SnO_2 .

3. Dapat mengetahui dan memperoleh informasi karakteristik material SnO₂ dari penambahan DEA sebagai aditif yang disintesis menggunakan metode sol-gel.