

Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna *Methyl Orange* dengan Metode Fotolisis

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:
TIARA JELITA PUTRI
NIM. 19036044/2019

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


PERSETUJUAN SKRIPSI

Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna Methyl Orange dengan Metode Fotolisis


Nama : Tiara Jelita Putri
NIM : 19036044
Program Studi : Kimia NK
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 : Tiara Jelita Putri
NIM : 19036044
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN APLIKASI CuSnO_3 SEBAGAI KATALIS PADA PROSES DEGRADASI ZAT WARNA METHYL ORANGE DENGAN METODE FOTOLISIS

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	Dra. Sri Benti Etika, M.Si	2. 
3	Anggota	Edi Nasra, S.Si., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Tiara Jelita Putri

NIM : 19036044

Tempat/Tanggal Lahir : Payakumbuh, 31 Maret 2001

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna Methyl Orange dengan Metode Fotolisis**

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 Februari 2024

Yang Menyatakan



Tiara Jelita Putri

NIM:19036044

Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna *Methyl Orange* dengan Metode Fotolisis

Tiara Jelita Putri

ABSTRAK

Penelitian mengenai degradasi zat warna *methyl orange* dengan metode fotolisis menggunakan katalis tembaga timah oksida (CuSnO_3) telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah melihat bagaimana pengaruh efisiensi penyinaran terhadap efisiensi degradasi *methyl orange* menggunakan katalis secara fotolisis. Pada penelitian ini menggunakan konsentrasi *methyl orange* 10 ppm sebanyak 40 mL didegradasi dengan katalis CuSnO_3 sebanyak 0,05 gram. Proses degradasi ini melibatkan perlakuan diantaranya tanpa MEA; 1 mL; 1,5 mL dan 2 mL MEA. Karakterisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah UV-DRS, XRD, UV-Vis, dan FT-IR. Hasil analisis menunjukkan persen degradasi tanpa MEA tertinggi yaitu 64,43 %, sedangkan pada 1 mL 19,77 %; 1,5 mL 16,92 %, dan 2 mL 20,91 %. Nilai *band gap* yang diperoleh pada penambahan 1; 1,5 dan 2 ml MEA dan tanpa MEA dengan temperatur 600 °C sebesar 1,99; 1,71; 2,06 dan 2,36 eV. Pola XRD menunjukkan struktur campuran CuSnO_3 , CuO (monoklinik) dan SnO_2 (tetragonal). Ukuran kristal pada penambahan 1,5 mL MEA dengan temperatur 600 °C sebesar 44,04 nm. Analisis FTIR didapatkan terjadinya pergeseran panjang gelombang yang menyatakan terjadinya degradasi.

Kata Kunci: CuSnO_3 , *Monoethanolamine*, Degradasi, *Methyl orange*, Fotolisis

Synthesis and Application of CuSnO₃ as a Catalyst in the Degradation Process of Methyl orange dye using the Photolysis Method

Tiara Jelita Putri

ABSTRACT

Research on the degradation of methyl orange dye using the photolysis method using a copper tin oxide (CuSnO₃) catalyst has been carried out. The aim of this research is to see how the efficiency of radiation affects the efficiency of methyl orange degradation using a photolysis catalyst. In this research, a concentration of 10 ppm of methyl orange was used, 40 mL of which was degraded with a CuSnO₃ catalyst of 0.05 grams. This degradation process involves treatment including without MEA; 1 mL; 1.5 mL and 2 mL MEA. The characterization used in this research is UV-DRS, XRD, UV-Vis, and FT-IR. The analysis results showed that the highest percentage of degradation without MEA was 64.43%, while at 1 mL it was 19.77%; 1.5 mL 16.92% and 2 mL 20.91%. The band gap value obtained with the addition of 1; 1.5 and 2 ml MEA and without MEA at a temperature of 600 °C was 1.99; 1.71; 2.06 and 2.36 eV. The XRD pattern shows a mixed structure of CuSnO₃, CuO (monoclinic) and SnO₂ (tetragonal). The crystal size when adding 1.5 mL MEA at a temperature of 600 °C was 44.04 nm. FTIR analysis showed that there was a shift in wavelength which indicated that degradation had occurred.

Keywords: *CuSnO₃, Monoethanolamine, Degradation, Methyl orange, Photolysis*

KATA PENGANTAR

Allhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna *Methyl Orange* dengan Metode Fotolisis”**.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari doa, bimbingan, bantuan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Kimia dan Koordinator Program Studi Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Ibuk Dra. Sri Benti Etika, M.Si dan Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembahas.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
5. Kedua orang tua, Bapak Zulkabri dan Ibu Evi Sunantri, serta abang-kakak yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan dukungan kepada penulis.
6. Teman-teman yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini telah dilakukan secara optimal. Untuk segala kerendahan hati serta besar harapan penulis dalam menerima kritik dan saran dari berbagai pihak atas masukan dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 29 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	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	7
B. Material	11
1. SnCl ₂	11
2. CuCl ₂	12
3. CuSnO ₃	14
C. Zat Aditif.....	16
D. Metode Sol-Gel	18
G. Methyl orange (MO)	24
H. Fotolisis.....	26
I. Karakterisasi Katalis	28
1. Spektrofotometer UV-Vis	28
2. FTIR (Frouier Tranform Infared).....	30
3. XRD	32
4. Spektrometer UV – DRS.....	36

BAB III METODE PENELITIAN.....	38
A. Waktu dan Tempat Penelitian	38
B. Objek Penelitian	38
C. Variabel Penelitian	38
D. Alat dan Bahan	38
B. Prosedur Penelitian.....	39
1. Sintesis CuSnO ₃	39
2. Pembuatan larutan zat warna <i>methyl orange</i>	40
3. Penentuan panjang gelombang maksimum <i>methyl orange</i>	40
4. Degradasi <i>methyl orange</i> pada katalis CuSnO ₃ dengan fotolisis	40
5. Karakterisasi <i>methyl orange</i> menggunakan FT-IR	41
6. Karakterisasi katalis CuSnO ₃ menggunakan UV-DRS	41
7. Karakterisasi menggunakan XRD	41
8. Pengolahan Data.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Karakterisasi katalis CuSnO ₃ dengan UV- DRS.....	43
B. Karakterisasi Katalis CuSnO ₃ dengan XRD	45
C. Degradasi <i>methyl orange</i> menggunakan variasi waktu dengan fotolisis	47
D. Karakterisasi FTIR	56
BAB V PENUTUP.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur pita energi (a) konduktor, (b) semikonduktor dan (c) isolator (Maslakah, 2015).....	7
2. Diagram pita energi (Thahir, 2010)	10
3. Pergerakan hole dan elektron dalam sampel semikonduktor (Thahir, 2010)....	11
4. Material $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Faul & Thiel, 2005).....	12
5. Material $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Cosford & Pauline, 2005).....	13
6. Struktur <i>monoethanolamie</i> (MEA) (Nouryon, 2021).....	16
7. Tahap pembentukan (a) sol dan (b) gel (Widodo, 2010)	20
8. Bagan proses sol-gel (Parashar et al., 2020)	23
9. Struktur <i>methyl orange</i> (Silviyanti, 2012).	25
10. Mekanisme kerja fotokatalitic (Azo-dyes et al., 2021)	27
11. Skema alat fotolisis	28
12. Spektroskopi UV-VIS (Bloom & Reenen, 2013)	29
13. Spektroskopi FT – IR (Ismail et al., 1997)	31
14. Instrumen X- Ray Diffractometer (Studies, 2010).....	32
15. X – ray diffraction (Ratnasari et al., 2009).....	32
16. Difraksi sinar X nanokristal (Muliawan, 2017).....	33
17. Difraksi sinar X nanokristal (Muliawan, 2017).....	35
18. Pola XRD CuSnO_3 (T. Liu et al., 2012).....	35
19. Analisis UV-DRS dari CuSnO_3 (Borhade et al., 2019).....	37
20. Pola UV - DRS CuSnO_3 a) Tanpa MEA 600 °C, b) 1 mL MEA 600 °C, d) 1.5 mL MEA 600 °C, 2 mL MEA 600 °C	44
21. Spektrum XRD material CuSnO_3 terhadap pengaruh MEA	46
22. Spektrum serapan <i>methyl orange</i> pada konsentrasi 10 ppm sebelum degradasi.....	48
23. Kurva pengaruh waktu degradasi dengan katalis X MEA, 1 mL, 1,5 mL dan 2 mL MEA.....	49
24. Kurva gugus fungsi MO a) sebelum dan b) sesudah degradasi dengan FTIR	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter sol-gel.....	20
2. Ukuran kristal CuSnO ₃ terhadap pengaruh MEA	47
3. Perlakuan katalis CuSnO ₃ beserta nilai <i>band – gap</i>	50
4. Perbandingan nilai <i>Band - gap</i> katalis dengan persen degradasi	52
5. Hasil pengujian MO sebelum dan sesudah degradasi dengan FT- IR	58
6. Besaran theta dan Nilai Ukuran Kristal CuSnO ₃ 1.5 mL MEA.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Anggaran dan jadwal penelitian	67
Lampiran 2. Sintesis material CuSnO_3	68
Lampiran 3. Pembuatan methyl orange (MO)	69
Lampiran 4. Degradasi methyl orange dengan fotolisis.....	70
Lampiran 5. Dasar-dasar perhitungan	71
Lampiran 6. Hasil pengukuran UV – VIS tanpa MEA, 1, 1.5 dan 2 mL MEA	73
Lampiran 7. Difraktogram XRD material CuSnO_3 menggunakan aditif MEA ...	77
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pengolahan air khususnya di era sekarang menjadi suatu perbincangan yang sangat serius karena berkaitan dengan perlindungan dari suatu ekosistem lingkungan. Khususnya air limbah industri menunjukkan adanya polutan organik dan mineral yang sangat tinggi. Diantara dominasi senyawa pada limbah air tersebut ditemukan adanya senyawa pewarna. Secara umum pewarna yang digunakan oleh sektor industri seperti : bidang kosmetik, kertas, kulit, farmasi, industri makanan dan industri tekstil. Total produksi pewarna ini setiap tahunnya 7×10^5 ton di seluruh dunia. Diperkirakan ada 10 hingga 15% senyawa kimia dibuang ke aliran limbah oleh industri tekstil (Boumediene et al., 2018).

Limbah cair sisa pencucian bahan tekstil ini bersifat toksik (Chandra et al., 2019) disamping limbah ini akan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam perairan sehingga menghambat proses fotosintesis pada tanaman air dan menyebabkan kematian makhluk hidup dalam lingkungan (Ilmi, 2020) tak hanya itu industri tekstil mengeluarkan 70 % pewarna azo dari semua pewarna. Hal ini tentunya sangat sulit untuk mendegradasi pewarna azo karena struktur dan stabilitasnya yg kompleks dan juga berbahaya bagi kehidupan akuatik karena mengurangi kapasitas reoksigenasi air (Mahamallik & Pal, 2020).

Pewarna azo yang umum digunakan pada industri adalah *methyl orange* (MO). *Methyl orange* merupakan senyawa organik dibuat dengan N, N=dimethylaniline dan asam sulfaniat. Penggunaan *methyl orange* menjadi pusat perhatian besar karena ketika zat warna ini masuk kedalam air menyebabkan

berkurangnya serapan dari cahaya matahari sehingga proses fotosintesis tanaman dapat terganggu dan mengakibatkan kadar O_2 berkurang dalam air. Aspek buruk penggunaan *methyl orange* bersifat toksik, mutagenik, karsinogenik dan menyebabkan efek kesehatan jangka panjang disamping itu sulit di degradasi (Suryani et al., 2021).

Berbagai metode telah dilakukan untuk menanggulangi limbah zat warna diantaranya metode biodegradasi (Agus Salim Afrozi, 2016), metode sonolisis (Sanjaya, 2018) , adsorpsi (Boumediene et al., 2018), ozonasi (Suryani et al., 2021) , fotosonolisis (Ningsih et al., 2021), dan Fotolisis (Zilfa et al., 2023).

Metode Fotolisis merupakan metode yang digunakan untuk menguraikan suatu senyawa yang lebih sederhana dengan menggunakan energi foton dan radiasi sinar UV. Adapun keunggulan metode ini diantaranya memiliki harga relatif murah dan mudah diterapkan di Indonesia, lebih aman bagi lingkungan (Chandra et al., 2019), tidak menghasilkan endapan yang berbahaya, mempercepat reaksi tanpa menghabiskan atau mengubah reaktan , meningkatkan energi aktivasi dan laju reaksi (Al-Nuaim et al., 2023). Bahan yang dapat digunakan untuk proses Fotolisis adalah bahan yang bersifat semikonduktor dimana bahan ini mampu mendegradasi limbah zat warna (Chandra et al., 2019).

Semikonduktor merupakan jenis material yang memiliki tingkat konduktivitas antara isolator dan konduktor. Salah satu karakteristik utama yang membedakan semikonduktor dari material lain adalah energi band gap. Isolator memiliki band gap diatas 4 eV dan konduktor memiliki energi band gap dibawah 0.5 eV (Aminullah et al., 2019). Material semikonduktor yang biasa

digunakan untuk mendegradasi diantaranya WO_3 , TiO_2 , ZnO dan Al_2O_3 (Chandra et al., 2019). Dari material tersebut dipilihlah material sejenisnya yaitu CuSnO_3 .

Tembaga timah oksida (CuSnO_3) adalah semikonduktor oksida amorf celah pita yang memiliki rentang band - gap 2,0 – 2,5 eV pada sintesis lapis tipis diproduksi dari elemen yang melimpah di bumi dan berbiaya rendah (Kim et al., 2018). CuSnO_3 memiliki beberapa karakteristik khusus yang meliputi kemudahan, biaya yang terjangkau, tingkat konduktivitas listrik yang tinggi, efek sinergis yang baik, struktur dengan lapisan ganda, distorsi pada struktur kristal, serta struktur pita yang menunjukkan sifat superkonduktivitas dan kapasitansi spesifik yang tinggi. Karakteristik-karakteristik ini secara keseluruhan meningkatkan stabilitas CuSnO_3 (Gnanamoorthy et al., 2020). CuSnO_3 dianggap sebagai semikonduktor yang menarik untuk berbagai aplikasi termasuk digunakan sebagai oksidator transparan, transistor, dan baterai Li – ion (Kim et al., 2018).

Penelitian sebelumnya belum ada melaporkan tentang degradasi *Methyl orange* pada katalis CuSnO_3 menggunakan metode Fotolisis. Beberapa peneliti mendegradasi *Methyl orange* pada katalis ZnO dengan menggunakan metode sonolisis. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa waktu optimum yang diperoleh yaitu 210 menit dengan persentase degradasi 94,88 %. Dan energi band gap yang didapatkan sebesar 2, 82 eV (Ningsih et al., 2021).

Berdasarkan penguraian diatas dilakukan penelitian mengenai “Sintesis dan Aplikasi CuSnO_3 sebagai Katalis pada Proses Degradasi Zat Warna *Methyl orange* dengan Metode Fotolisis“. Degradasi *Methyl orange* dipengaruhi oleh variasi zat aditif yang digunakan serta variasi waktu degradasi. Adapun keunggulan MEA pada penelitian ini adalah menghasilkan produk yang lebih

homogen dan stabilitas yang baik (Kasuma, 2017). Penguraian produk akibat degradasi akan diidentifikasi melalui analisis dengan spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. Penelitian ini diinginkan dapat menyajikan pengetahuan dan alternatif untuk mengurangi konsekuensi negatif dari limbah zat warna yang dihasilkan oleh sektor industri, terutama dalam konteks industri tekstil. Tujuannya adalah untuk mendorong pemahaman dan upaya solutif agar pembuangan limbah tidak tepat tempat dapat diminimalkan, sehingga dapat mengurangi dampak yang merugikan terhadap lingkungan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yaitu:

1. *Methyl orange* merupakan salah satu pewarna azo yang kerap dimanfaatkan dalam produk tekstil mengandung limbah berbahaya dan dapat merusak lingkungan dan gangguan pada manusia sekaligus sulit didegradasi.
2. Faktor penyebab yang mempengaruhi proses degradasi *Methyl orange* adalah penambahan katalis dengan metode Fotolisis.
3. Beberapa metode telah digunakan dalam penguraian zat warna sintetis , namun upaya tersebut masih kurang efektif dan efisien.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan larutan *Methyl orange* dengan konsentrasi 10 ppm.
2. Pengaruh degradasi terhadap variasi zat aditif (1; 1,5 dan 2) mL.
3. Pengaruh degradasi terhadap variasi waktu (0; 60; 120; 180 dan 240) menit.

4. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Fotolisis.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka perumusan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penyinaran yang digunakan terhadap degradasi zat warna *Methyl orange* secara Fotolisis?
2. Bagaimana pengaruh variasi penambahan zat aditif MEA terhadap degradasi zat warna *Methyl orange* secara Fotolisis?
3. Bagaimana pengaruh waktu degradasi *methyl orange* terhadap katalis CuSnO_3 sebelum dan sesudah degradasi.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Dapat mengetahui efisiensi penyinaran oleh degradasi zat warna *Methyl orange* pada katalis CuSnO_3 secara Fotolisis.
2. Dapat mengetahui pengaruh penambahan variasi zat aditif terhadap degradasi *Methyl orange* dengan metode Fotolisis.
3. Dapat mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap degradasi *Methyl orange* dengan metode Fotolisis.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu:

1. Dapat memperoleh informasi tentang pengaruh efisiensi penyinaran terhadap efisiensi degradasi *methyl orange* menggunakan katalis secara Fotolisis.

2. Memberikan informasi berupa data pengaruh variasi aditif terhadap degradasi *Methyl orange* secara Fotolisis.
3. Dapat mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap degradasi *Methyl orange* dengan metode Fotolisis.