

**STUDI FOTODEGRADASI *METHYLENE BLUE* (MB)  
MENGUNAKAN KATALIS LAPISAN TIPIS ZNO  
TERDOPING NIKEL (Ni) DAN KOBALT(Co)**

**Skripsi**

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



*Mencerdaskan &  
Memartabatkan Bangsa*

**Putri Lidya Sari**

**1306618031**

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2022**

## ABSTRAK

**PUTRI LIDYA SARI.** Studi Fotodegradasi Methylene Blue (MB) Menggunakan Katalis Lapisan Tipis ZnO Terdoping Nikel (Ni) dan Kobalt (Co). Skripsi, Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Agustus 2022.

Telah dilakukan deposisi lapisan tipis ZnO tanpa doping dan dengan doping Ni-Co menggunakan teknik *Ultrasonic Spray Pyrolysis* (USP) di atas substrat *silicon* (Si) pada suhu 450°C selama 20 menit. *Zinc Acetate Dyhydrate* [ $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ] merupakan material utama yang digunakan sebagai prekursor Zn, *Nickel Chloride Hexahydrate* ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dan *Cobalt Chloride Hexahydrate* ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) digunakan untuk material doping sebagai prekursor Ni dan Co dengan konsentrasi (1%Ni-10%Co, 3%Ni-10%Co, dan 5%Ni-10%Co). Lapisan tipis ZnO yang telah terdeposisi dikarakterisasi menggunakan instrument *x-ray diffraction* (XRD), spektrometer UV-VIS, dan uji aktivitas fotokatalis terhadap *methylene blue*. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa lapisan tipis ZnO tanpa doping dan dengan doping Ni-Co pada data ICSD dengan nomor PDF [99-002-1594] memiliki struktur heksagonal *wurtzite*, dengan *space group* P63mc, dan orientasi bidang kristal pada hkl (100), (002), (101), dan (102). Pendopingan Ni-Co yang dilakukan memberikan pengaruh terhadap lapisan tipis ZnO, diantaranya terjadi pergeseran (*shifting*) sudut difraksi, parameter kisi dan ukuran kristal yang semakin besar seiring dengan konsentrasi dopan yang meningkat. Hasil karakterisasi spektrometer UV-VIS diperoleh grafik reflaktansi yang dominan merefleksikan cahaya pada spektrum cahaya tampak. Hasil uji aktivitas fotokatalis diperoleh nilai %FD tertinggi oleh larutan MB dengan fotokatalis lapisan tipis ZnO sebesar 58.9%. Sementara itu, fotokatalis lapisan tipis ZnO dengan doping Ni-Co memiliki nilai %FD secara berurutan ZnO:1%Ni-10%Co, 3%Ni-10%Co, 5%Ni-10%Co sebesar 53.5%, 52.5%, dan 50.2%. Memudarnya warna pada *methylene blue* mengindikasikan bahwa zat warna MB terdegradasi.

**Kata-kata kunci:** Lapisan Tipis ZnO, Doping Ni-Co, Fotokatalis

## ABSTRACT

**PUTRI LIDYA SARI.** Study Photodegradation of Methylene Blue (MB) Using Ni-Co co Doped ZnO Thin Films as Chatalyst.

Thesis, Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Jakarta. August 2022.

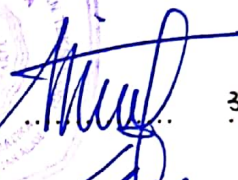





This research has been carried out in the form of undoped and Ni-Co co-doped ZnO thin films using Ultrasonic Spray Pyrolysis (USP) technique which has deposited on the silicon (Si) substrate at 450°C for 20 minutes. Zinc Acetate Dyhydrate [Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>] is the main material used to precursor of Zn, Nickel Chloride Hexahydrate (NiCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) and Cobalt Chloride Hexahydrate (CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) are the doping materials as Ni and Co with variant concentration about 1%Ni-10%Co, 3%Ni-10%Co, and 5%Ni-10%Co. Characterized ZnO thin films with x-ray diffraction (XRD), spectrometer UV-VIS, and photocatalyst activity of methylene blue were studied. The result of XRD revealed that regarding ICSD data, it shows undoped and Ni-Co co-doped ZnO thin films with the identical number [99-00-1594] have wurtzite hexagonal structure, space group P63mc, and assigned to (100), (002), (101), (102) diffraction peaks, respectively. As can be seen, ZnO:Ni-Co greatly affected a peak shift toward higher angles, lattice parameters and crystallite size increased by varying the dopant concentrations. The optical properties measured the dominant reflecting on visible light spectrum are appeared. The photocatalytic activities were evaluated by an aqueous solution of methylene blue. The degradation results showed ZnO pure have the highest photocatalytic activity about 58.9% as compared to ZnO:Ni-Co with varying concentrations 1%Ni-10%Co, 3%Ni-10%Co, 5%Ni-10%Co about 53.5%, 52.5%, and 50.2%, respectively. In addition, the degradation can be evaluated by the color changed in the faded of methylene blue.

**Kata-kata kunci:** ZnO thin films, Ni-Co co-doped, Photocatalytic activities

**LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI**  
**STUDI FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE (MB)**  
**MENGGUNAKAN KATALIS LAPISAN TIPIS ZNO TERDOPING**  
**NIKEL (Ni) DAN KOBALT(Co)**

Nama : Putri Lidya Sari

No Registrasi : 1306618031

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<b>Penanggung Jawab</b>			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih, M.Si NIP. 196405111989032001		31-08-2022
<b>Wakil Penanggung Jawab</b>			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T NIP.197207281999031002		31-08-2022
Ketua Sidang	: Prof. Dr. Mangasi Alion Marpaung, M.Si NIP.195711231987031002		25-08-2022
Sekretaris	: Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si NIP.198205262008121001		23-08-2022
<b>Anggota</b>			
Pembimbing I	: Dr. Iwan Sugihartono, M.Si NIP. 197910102008011018		24-08-2022
Pembimbing II	: Dr. Setia Budi, M.Sc NIP. 197906212005011001		24-08-2022
Dosen Penguji	: Prof. Dr. Erfan Handoko, M.Si NIP.197302012003121002		23-08-2022

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 19 Agustus 2022

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Studi Fotodegradasi *Methylene Blue* (MB) Menggunakan Katalis Lapisan Tipis ZnO Terdoping Nikel (Ni) dan Kobalt (Co)” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang saya peroleh dari hasil penelitian pada bulan Februari sampai dengan Agustus 2022 di Laboratorium Material Fisika UNJ, Laboratorium Kimia UNJ, dan BRIN.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain
3. Bukan jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 19 Agustus 2022



Putri Lidya Sari



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Putri Lidya Sari  
NIM : 1306618031  
Fakultas/Prodi : MIPA / Fisika  
Alamat email : putrilidyasari12@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Studi Fotodegradasi Methylene Blue (MB) Menggunakan  
Katalis Lapisan Tipis ZnO Terdoping Nikel (Ni) dan  
Kobalt (Co).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 31 Agustus 2022

Penulis

( Putri Lidya Sari )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, nikmat islam, dan nikmat sehat wal'afiat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Fotodegradasi *Methylene Blue* (MB) Menggunakan Katalis Lapisan Tipis ZnO Terdoping Nikel (Ni) dan Kobalt (Co)”. Dalam penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan penting dalam mendukung, memberikan semangat, serta mengingatkan selalu dalam kebaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan kepada pihak-pihak yang terlibat, sebagai berikut:

1. Mama, Papa, dan Adik yang telah menjadi *support system* utama, mendoakan dan mendukung penulis tiada hentinya.
2. Bapak Dr. Iwan Sugihartono, M.Si selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan berupa ilmu, sifat, perilaku, dan motivasi kepada penulis. Hal itu sangat bermanfaat dan membangun.
3. Bapak Dr. Setia Budi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan berupa kritik dan saran yang membangun terhadap penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si selaku Koordinator Program Studi Fisika FMIPA UNJ yang telah mengurus sistem akademik dan administrasi kemahasiswaan dengan sangat baik.
5. Annisa Nurul Aini dan Febyana Nur Aliffah yang menjadi rekan penelitian dan skripsi saya. Turut membantu, mensupport, dan melakukan semua eksperimen bersama. Selain itu, kami telah menghadapi banyak rintangan dan berkeluh kesah bersama.
6. Afifah Trie Lestari, Suci Yuliani Indriani, dan Paulina Riska Oktaviani selaku sahabat baik saya sejak semester 1 hingga semester 8 yang turut mengikuti perjuangan dan kehidupan penulis selama di dunia perkuliahan.
7. Alifia Nurul Hasanah, Fathiyah Husna Sulaiman, dan Grace Natalia selaku sahabat saya yang turut menemani dan mengikuti cerita kehidupan saya selama

di dunia perkuliahan serta menjadi kelompok belajar yang sangat menyenangkan.

8. Muhammad Kunisyahputra Pasha yang selalu menjadi *muse as a person*, sehingga memberikan dampak yang baik kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, berkaitan dengan hal itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar terciptanya penelitian dan penulisan skripsi yang lebih baik.

Jakarta, Agustus 2022



Putri Lidya Sari





## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKA.....	5
A. Struktur Kristal <i>Zinc Oxide</i> (ZnO).....	5
C. Lapisan tipis ZnO.....	12
1. Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO Tanpa Doping.....	13
2. Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO Tanpa Doping.....	13
D. Lapisan Tipis ZnO Doping Logam Transisi .....	15
E. Lapisan Tipis ZnO Doping Ni (ZnO:Ni) .....	15
1. Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO:Ni .....	17
2. Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO:Ni.....	18
3. Aktivitas fotokatalis Lapisan Tipis ZnO:Ni.....	19
F. Lapisan tipis ZnO Doping Co (ZnO:Co) .....	20
1. Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO doping Co.....	21
2. Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO Doping Co (ZnO:Co) .....	22
3. Aktivitas fotokatalitik Lapisan Tipis ZnO Doping Co (ZnO:Co).....	23
G. Lapisan Tipis ZnO Doping Ni dan Co (ZnO:(Ni-Co)) .....	24

1. Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO:(Ni-Co).....	24
2. Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO:(Ni-Co).....	25
H. <i>Ultrasonic Spray Pyrolysis</i> .....	26
I. Fotokatalisis .....	27
K. Spektrofotometer UV-Vis .....	31
BAB III .....	44
METODOLOGI PENELITIAN .....	44
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	44
B. Metode Penelitian.....	44
1. Alat dan Bahan.....	45
2. Prosedur Penelitian .....	46
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	47
D. Diagram Alir Penelitian .....	49
BAB IV .....	50
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
A. Struktur Kristal Lapisan Tipis ZnO .....	51
B. Sifat Optik Lapisan Tipis ZnO .....	58
C. Uji Aktivitas Fotokatalis Lapisan Tipis ZnO .....	60
BAB V.....	69
KESIMPULAN .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	70
DAFTAR LAMPIRAN.....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis struktur kristal ZnO.....	6
Gambar 2.2 Struktur kristal heksagonal ZnO.....	7
Gambar 2.3 Ilustrasi struktur pita energi semikonduktor.....	10
Gambar 2.4 Ilustrasi lapisan tipis ZnO.....	12
Gambar 2.5 Pola difraksi lapisan tipis ZnO tanpa doping.....	13
Gambar 2.6 <i>Band gap</i> lapisan tipis ZnO tanpa doping.....	14
Gambar 2.7 Diagram orbital logam Ni.....	16
Gambar 2.8 Pola difraksi pada ZnO:Ni dengan variasi konsentrasi.....	17
Gambar 2.9 Nilai transmitansi optik ZnO:Ni.....	18
Gambar 2.10 Nilai transmitansi ZnO:Ni dengan variasi konsentrasi.....	19
Gambar 2.11 Pengujian fotokatalis lapisan tipis ZnO:Ni .....	20
Gambar 2.12 Diagram Orbital Co.....	21
Gambar 2.13 Pola difraksi ZnO:Co.....	22
Gambar 2.14 Transmitansi optik lapisan tipis ZnO:Co.....	23
Gambar 2.15 Pengujian fotokatalis pada lapisan tipis ZnO:Co.....	24
Gambar 2.16 Pola difraksi lapisan tipis ZnO:Ni-Co.....	26
Gambar 2.17 Spektrum transmitansi lapisan tipis ZnO:Ni-Co.....	27
Gambar 2.18 Metode <i>ultrasonic spray pyrolysis</i> (USP).....	29
Gambar 2.19 Skema aktivitas fotokatalis.....	30
Gambar 2.20 Prinsip kerja XRD.....	31
Gambar 2.21 Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis.....	31
Gambar 3.1 Ilustrasi proses deposisi lapisan tipis ZnO.....	47
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 4.1 Lapisan tipis ZnO yang berhasil dideposisikan.....	50
Gambar 4.2. Difraktogram XRD ZnO.....	52
Gambar 4.3 Pola difraksi Lapisan Tipis ZnO .....	54
Gambar 4.4. Data kristalografi lapisan tipis ZnO.....	54
Gambar 4.5 Grafik reflektansi lapisan tipis ZnO.....	59

Gambar 4.6 Mekanisme uji aktivitas fotokatalis.....	60
Gambar 4.7 Kurva standarisasi larutan <i>methylene blue</i> .....	61
Gambar 4.8 Kurva Absorbansi MB.....	64
Gambar 4.9 Grafik Fotodegradasi selama 260 menit.....	65
Gambar 4.10 Fotodegradasi MB pada waktu 260 menit.....	66
Gambar 4.11 Fotodegradasi zat warna <i>methylene blue</i> .....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Senyawa ZnO.....	5
Tabel 2. Sifat fisis ZnO.....	7
Tabel 3. Sifat fisis Nikel (Ni).....	16
Tabel 4. Sifat fisis <i>cobalt</i> (Co).....	23
Tabel 5. Ukuran kristal lapisan tipis ZnO.....	28
Tabel 6. Rancangan Kegiatan Penelitian.....	44
Tabel 7. Sudut pola difraksi dan Intensitas lapisan tipis ZnO.....	55
Tabel 8. Ukuran kristal lapisan tipis ZnO pada hkl (002).....	56
Tabel 9. Ukuran kristal lapisan tipis ZnO pada hkl (101).....	56
Tabel 10. Ukuran kristal lapisan tipis ZnO pada hkl (102).....	56
Tabel 11. Parameter kisi lapisan tipis ZnO.....	58
Tabel 12. Ukuran Kristal dan %Fotodegradasi .....	67

