

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI FOTOKATALIS  
NANOKOMPOSIT ZnO/CuO DENGAN METODE  
KOPRESIPITASI UNTUK DEGRADASI  
ANTIBIOTIK TETRASIKLIN**

**Skripsi**

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











**Annete Gabriella Nuraliya  
1306620066**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SINTESIS DAN KARAKTERISASI FOTOKATALIS NANOKOMPOSIT ZnO/CuO  
MENGUNAKAN METODE KOPRESIPITASI UNTUK DEGRADASI ANTIBIOTIK  
TETRASIKLIN

Nama : Annete Gabriella Nuraliya  
NIM : 1306620066

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab			
Dekan	: Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si NIP. 196405111989032001		30/07 24
Wakil Penanggung Jawab			
Wakil Dekan I	: Dr. Esmar Budi, M.T NIP. 197207281999031002		30/07 24
Ketua	: Dr. Anggara Budi Susila, M.Si NIP. 196010011992031001		24/07 24
Sekretaris	: Prof. Dr. Mangasi A Marpaung, M.Si NIP. 195711231987031002		23/07 24
Anggota			
Pembimbing I	: Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si NIP. 197910102008011018		24/07 24
Pembimbing II	: Dr. Eng. Osi Arutanti, M.Si NIP. 198508012018012001		23/07 24
Penguji	: Prof. Dr. Erfan Handoko, M.Si NIP. 197302012003121002		24/07 24

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 22 Juli 2024.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Nanokomposit ZnO/CuO dengan Metode Kopresipitasi untuk Degradasi Antibiotik Tetrasiklin”** yang disusun sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 22 Juli 2024



Annete Gabriella Nuraliya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
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 : Annete Gabriella Nuraliya  
NIM : 1306620066  
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika  
Alamat email : [annetgabrielle16@gmail.com](mailto:annetgabrielle16@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 :

Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan metode  
kopresipitasi untuk Degradasi Antibiotik Tetrasiklin

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, 05 Agustus 2024

Penulis

( Annete Gabriella Nuraliya )

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan Metode Kopresipitasi untuk Degradasi Antibiotik Tetrasiklin. Adapun ucapan terima kasih yang ingin Penulis sampaikan kepada:

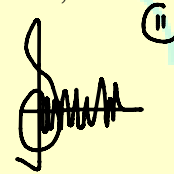
1. Bapak Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M. Si. sebagai pembimbing utama yang selalu tulus dan sabar memberikan bimbingan penelitian, arahan, dan pemahaman selama penelitian ini dilaksanakan.
2. Ibu Dr. Eng. Osi Arutanti, M. Si. sebagai pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan, arahan penelitian, dan pemahaman selama penelitian ini dilaksanakan.
3. Ibu Dr. Umiatin, M. Si sebagai Koordinator Program Studi Fisika yang telah mengurus sistem akademik dan pemberkasan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Prodi Fisika Universitas Negeri Jakarta atas segala ilmu yang telah disampaikan hingga Penulis dapat mengimplementasikan pada proses penyusunan skripsi.
5. Kedua orang tua, Bapak Bambang Mulyadi dan Ibu Otizar, serta kedua saudara kandungku, Muhammad Zola Livio Cahyadi dan Kansa Balqis yang telah memberikan dukungan kepada Penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Sahabat seperjuangan Fisika angkatan '20 terutama Annisa Feby Nur Rahmasari, Selvi Puspita Dewi, Lu'luunnisa Aulia Rachma, dan Yana Febrianti yang selalu menjadi penyemangat penulis.
7. Sahabat baik, Juliana Wita Sari Putri, Nur Anisah, dan Alda Noervirachma yang telah menjadi tempat mengadu dan selalu ada saat senang maupun sedih.
8. Rekan bimbingan Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M. Si., Syeha Lutfiah, Bintang Ramadhan, Vivi F, Natasya F, Aulia Putri, Tiara K, Shafa Rahma C yang telah memberikan bantuan terhadap penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan katalis terutama Aida Nadia, Dinda Ningrum Septiani, Widya Salma Adiani Putri, Alice Lim, Tya Aisha Maghfira, Putri Ageng, Selvi Veronika, Yunesty Marlina, Inadatus Safitri, Dewi Nurhasanah, Iis Novita Sari, Gita Fitriani Agustina, Novia Puspita Dewi, Rif'at Ghani 'Azmi yang telah membantu penulis dalam penelitian.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu.

Tentunya Penulis menyadari laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan skripsi ini.

Jakarta, 22 Juli 2024

Penulis,



Annete Gabriella Nuraliya



## ABSTRAK

**ANNETE GABRIELLA NURALIYA.** Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Nanokomposit ZnO/CuO menggunakan Metode Kopresipitasi untuk Degradasi Antibiotik Tetrasiklin. Di bawah Bimbingan IWAN SUGIHARTONO, OSI ARUTANTI.

Nanokomposit ZnO/CuO telah berhasil disintesis menggunakan metode kopresipitasi pada pH 12. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan variasi dengan kenaikan konsentrasi CuO yaitu ZnO:CuO yaitu 95:5 (ZC5 NCs), 90:10 (ZC10 NCs), dan 85:15 (ZC15 NCs). Karakterisasi sampel dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope-Energi Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDS), *High-Resolution Transmission Electron Microscopy* (TEM), dan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan struktur kristal ZnO yaitu Heksagonal dan CuO yaitu monoklinik, dengan ukuran kristalit 37.85 nm, 33.89 nm, 35.23 nm, dan 36.25 nm untuk ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, ZC15 NCs. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan bentuk morfologi bulat dengan adanya aglomerasi pada setiap sampel. Hasil karakterisasi EDS menunjukkan terdeteksinya unsur Zn, Cu, O, dan C. Hasil karakterisasi TEM menunjukkan butiran berbentuk bulat. Hasil uji spektrofotometer UV-Vis menunjukkan nilai band gap dari ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, dan ZC15 NCs adalah 3.28 eV, 3.02 eV, 2.94 eV, dan 2.84 eV. Hasil uji fotokatalisis menunjukkan efisiensi degradasi fotokatalisis terhadap tetrasiklin pada ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, dan ZC15 NCs adalah 88.40%, 95.71%, 95.40%, 94.40 %, dan 92.24% selama 2 jam dibawah sinar matahari.

**Kata Kunci:** ZnO, CuO, nanokomposit, fotokatalisis, kopresipitasi, cahaya matahari

## ABSTRACT

**ANNETE GABRIELLA NURALIYA.** Synthesis and Characterization Photocatalyst ZnO/CuO Nanocomposite using Co-Precipitation Method for Tetracycline Antibiotik Degradation. Under Supervised by IWAN SUGIHARTONO, OSI ARUTANTI.

ZnO/CuO nanocomposites have been successfully synthesised using the co-precipitation method at pH 12. In this study, a comparison of variations with increasing CuO concentration was carried out, namely ZnO:CuO, 95:5 (ZC5 NCs), 90:10 (ZC10 NCs), and 85:15 (ZC15 NCs). The samples were characterised using X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS), High-Resolution Transmission Electron Microscopy (TEM), and UV-Vis Spectrophotometer. XRD characterisation results showed the crystal structure of ZnO is hexagonal and CuO is monoclinic, with crystallite sizes of 37.85 nm, 33.89 nm, 35.23 nm, and 36.25 nm for ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, ZC15 NCs. SEM characterisation results show a round morphological shape with agglomeration in each sample. EDS characterisation results show the detection of Zn, Cu, O, and C elements. TEM characterisation results showed spherical grains. The result of UV-Vis spectrophotometer characterizatioid value of ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, and ZC15 were 3.28 eV, 3.02 eV, 2.94 eV, and 2.84 eV. Photocatalysis test results showed photocatalysis degradation essence in ZnO NPs, ZC5 NCs, ZC10 NCs, and ZC15 NCs were 88.40%, 95.71%, 95.40%, 94.40 %, and 92.24% for 2 hours under sunlight.

**Key words:** ZnO, CuO, nanocomposites, photocatalysist, co-precipitation, solar light



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Nanopartikel.....	5
2.2 Seng Oksida (ZnO).....	6
2.3 Tembaga (II) Oksida (CuO).....	9
2.5 Struktur kristal Pada ZnO/CuO NCs .....	11
2.6 Morfologi pada nanokomposit ZnO/CuO.....	12
2.7 Sifat Optik ZnO/CuO NCs.....	13
2.8 Uji Fotokatalisis pada TC .....	16
2.9 X-Ray Diffraction (XRD) .....	18
2.10 <i>Scanning Electron Microscope with Energi Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)</i> .....	19
2.11 <i>High Resolution Transmission Electron Microscope (HR-TEM)</i> .....	20
2.12 <i>UV-Vis Spektrophotometer</i> .....	21
2.13 Roadmap Penelitian .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.2 Metode Penelitian .....	23


3.3	Alat dan Bahan .....	24
3.4	Prosedur penelitian .....	24
3.4.1	Sintesis ZnO/CuO NCs .....	24
3.4.2	Karakterisasi .....	25
3.4.3	Uji aktivitas fotokatalitik ZnO/CuO NCs.....	28
3.5	Teknik Pengumpulan Data dan Analisa Data .....	29
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1	Sintesis nanokomposit ZnO/CuO .....	32
4.2	Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	34
4.3	Analisis <i>Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (SEM-EDS) .....	39
4.4	Analisis <i>High Resolution of Transmission Electron Microscopy</i> .....	42
4.5	Analisis UV-Vis Spektrofotometer .....	43
4.6	Analisis fotokatalitik nanokomposit ZnO/CuO pada degradasi TC... 46	
4.6.1	Aktivitas Fotokatalisis .....	46
4.6.2	Uji aktivitas fotokatalisis menggunakan <i>scavengers</i> .....	51
4.6.3	Aktivitas kemampuan <i>reusability</i> pada uji Fotokatalisis .....	51
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
5.1	Kesimpulan .....	54
5.2	Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>70</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	.....	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur kristal ZnO (a) Zinc Blende; (b) Hexagonal wurtzite; (c) Rock Salt (Xian Qing et al., 2023).....	6
Gambar 2.2. Morfologi permukaan dari nanopartikel ZnO dengan variasi suhu kalsinasi (Iwan S et al., 2019).....	7
Gambar 2.3. Difraktogram dari nanopartikel ZnO dengan variasi suhu kalsinasi (Iwan S et al., 2019).....	7
Gambar 2.4. Struktur kristal monoklinik milik CuO (Yadav et al., 2015) .....	9
Gambar 2.5. Morfologi permukaan pada nanopartikel CuO (Ramesh, 2021).....	10
Gambar 2.6. Difraktogram nanokomposit ZnO/CuO dengan kenaikan konsentrasi CuO (Kanimozhi et al., 2021).....	12
Gambar 2.7. Morfologi permukaan nanokomposit ZnO/CuO dengan kenaikan konsentrasi CuO (Kanimozhi et al., 2021) .....	13
Gambar 2.8. Sifat optik nanokomposit ZnO/CuO (a) Absorbansi nanokomposit ZnO/CuO; (b) energi celah pita nanokomposit ZnO/CuO menggunakan metode Tauc Plot (Kanimozhi et al., 2021).....	14
Gambar 9. Struktur kimia tetrasiklin (Abbas, 2018).....	16
Gambar 2.10. Mekanisme fotokatalisis nanokomposit ZnO/CuO (Mubeen et al., 2023) .....	18
Gambar 2.11. Skema mekanisme cara kerja XRD (Bunaciu et al., 2015).....	19
Gambar 2.12. Skema mekanisme cara kerja SEM-EDS (Choudhari % Ka, 2017) .....	20
Gambar 2.13. Skema Mekanisme HR-TEM (Rukari et al., 2019).....	21
Gambar 2.14. Skema UV-Vis spektrofotometer (Novitasari et al., 2022).....	21
Gambar 3.1. Rancangan penelitian nanopartikel ZnO .....	25
Gambar 3.2. Rancangan penelitian nanokomposit ZnO/CuO.....	26
Gambar 3.3. Alur Diagram Penelitian .....	31
Gambar 4.1. Difaktrogram ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	35

Gambar 4.2. Difraktrogram pergeseran sudut $2\theta$ pada ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	38
Gambar 4.3. Morfologi permukaan dari (a) ZnO NPs; (b) ZC5 NCs; (c) ZC10 NCs; (d) ZC15 NCs .....	40
Gambar 4.4. Histrogram Gaussian distribusi ukuran partikel ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs.....	41
Gambar 4.5. Morfologi partikel (a-c) morfologi partikel ZC5 NCs; (d) analisis TEM menggunakan metode FFT; (e) pola SAED dari ZC5 NCs; (f) Distribusi ukuran partikel ZC5 NCs .....	42
Gambar 4.6. Absorbansi dari ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	44
Gambar 4.7. Nilai energi celah pita ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs menggunakan metode Tauc plot .....	45
Gambar 4.8. Profil absorbansi degradasi terhadap tetrasiklin (a) ZnO NPs; (b) ZC5 NCs; (c) ZC10 NCs; (d) ZC15 NCs .....	47
Gambar 4.9. aktivitas fotokatalisis ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs sebagai fotokatalis terhadap tetrasiklin (a) persen degradasi; (b) Laju fotodegradasi kinetika orde 1 .....	48
Gambar 4.10. Uji fotokatalisis menggunakan <i>Scavengers</i> pada ZC5 NCs.....	50
Gambar 4.11. Uji performa <i>reusability</i> pada fotokatalis ZC5 NCs .....	51

## DAFTAR SINGKATAN



NCs	: Nanokomposit
NPs	: Nanopartikel
TC	: Tetrasiklin
ZnO	: Seng Oksida
CuO	: Tembaga (II) Oksida
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>
SEM	: <i>Scanning Electron Microscopy</i>
EDS	: <i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
HR-TEM	: <i>High Resolution Transmission Electron Microscop</i>
UV-Vis	: <i>Ultra Violet-Visible</i>
ZC5 NCs	: ZnO/CuO (95:5)
ZC10 NCs	: ZnO/CuO (90:10)
ZC15 NCs	: ZnO/CuO (85:5)

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh penambahan konsentrasi CuO terhadap Nanokomposit ZnO/CuO pada fotokatalisis .....	15
Tabel 2.2. Penelitian relevan material nanokomposit sebagai bahan fotokatalis terhadap tetrasiklin .....	22
Tabel 3.1. Rancangan penelitian .....	23
Tabel 4.1. Komposisi bahan yang digunakan berdasarkan variasi perbandingan konsentrasi ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	35
Tabel 4.2. Parameter struktur kristal dari ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	35
Tabel 4.3. Orientasi bidang berdasarkan sudut pada ZnO/CuO NCs .....	36
Tabel 4.4. Hasil analisis struktur kristal ZnO/CuO NCs .....	38
Tabel 4.5. Analisis EDS pada komposisi atom ZnO/CuO NCs .....	41
Tabel 4.6. Energi celah pita pada ZnO/CuO NCs .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan sintesis.....	70
LAMPIRAN 2. Pengolahan data XRD menggunakan Software Highscore Plus.	70
LAMPIRAN 3. Pengolahan data SEM dan HR-TEM menggunakan Software Image J .....	72
LAMPIRAN 4. Pengolahan data Distribusi Ukuran Partikel menggunakan software Origin.....	73
LAMPIRAN 5. Pengolahan data energi celah pita menggunakan software Origin .....	75
LAMPIRAN 6. Sintesis ZnO NPs dan ZnO/CuO NCs .....	76