

SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL CuO MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH UNTUK APLIKASI FOTOKATALISIS

WINE ICVANDA



DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sintesis Hijau Nanopartikel CuO Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh untuk Aplikasi Fotokatalisis” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Wine Icvanda
G74190049

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

WINE ICVANDA. Sintesis Hijau Nanopartikel CuO Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh untuk Aplikasi Fotokatalisis. Dibimbing oleh AKHIRUDDIN dan IRMANSYAH.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel *copper(II) oxide* (CuO) melalui pendekatan sintesis hijau menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), mengkaji struktur kristal dan sifat optiknya, serta mengevaluasi aktivitas fotokatalitiknya terhadap *indigo carmine* di bawah penyinaran cahaya tampak. Sintesis dilakukan menggunakan larutan CuSO₄ sebagai prekursor tembaga, NaOH sebagai sumber ion hidroksida, dan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai komponen biologis dalam proses pembentukan material. Material hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan spektroskopi *UV-Visible*. Hasil XRD menunjukkan terbentuknya fase kristalin CuO yang mengarah pada struktur monoklinik *tenorite*. Pada pengujian fotokatalisis, absorbansi *indigo carmine* menurun dari 0.4680 menjadi 0.4272 setelah 90 menit penyinaran, dengan efisiensi fotodegradasi maksimum sebesar 8.72%. Analisis kinetika menunjukkan kecenderungan mengikuti model pseudo-orde pertama dengan konstanta laju semu sebesar sekitar 1.12×10^{-3} /menit dan R² sebesar 0.8769.

Kata kunci: *Averrhoa bilimbi* L., CuO, fotokatalisis, *indigo carmine*, sintesis hijau.

ABSTRACT

WINE ICVANDA. Green Synthesis of CuO Nanoparticles Using *Averrhoa bilimbi* L. Leaf Extract for Photocatalysis Applications. Supervised by AKHIRUDDIN and IRMANSYAH.

This study aimed to synthesize copper(II) oxide (CuO) nanoparticles through a green synthesis approach using *Averrhoa bilimbi* L. leaf extract, investigate their crystal structure and optical properties, and evaluate their photocatalytic activity toward indigo carmine under visible-light irradiation. The synthesis was carried out using CuSO₄ solution as the copper precursor, NaOH as the hydroxide source, and *Averrhoa bilimbi* L. leaf extract as a biological component involved in material formation. The synthesized material was characterized using X-Ray Diffraction (XRD) and UV-Visible spectroscopy. The XRD results indicated the formation of crystalline CuO corresponding to a monoclinic *tenorite* structure. During photocatalytic testing, the absorbance of indigo carmine decreased from 0.4680 to 0.4272 after 90 min of irradiation, corresponding to a maximum photodegradation efficiency of 8.72%. Kinetic analysis showed a tendency to follow a pseudo-first-order model, with an apparent rate constant of approximately 1.12×10^{-3} /min and R² value of 0.8769.

Keywords: *Averrhoa bilimbi* L., CuO, green synthesis, indigo carmine, photocatalysis.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL CuO MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH UNTUK APLIKASI FOTOKATALISIS

WINE ICVANDA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si.
- 2 Dr. Faozan, S.Si., M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Sintesis Hijau Nanopartikel CuO Menggunakan Ekstrak Daun
Belimbing Wuluh Untuk Aplikasi Fotokatalisis
Nama : Wine Icvanda
NIM : G74190049

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Akhiruddin, S.Si., M.Si.
NIP. 19660907 199802 1 006



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 19680916 199403 1 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP. 19680916 199403 1 001



Tanggal Ujian:
12 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Sintesis Hijau Nanopartikel CuO Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh untuk Aplikasi Fotokatalisis” ini berhasil diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tidak luput dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Zulmiwardi dan Ibu Inelti, serta adik penulis, Reghia Icvanda, dan seluruh keluarga besar yang tiada hentinya mengucapkan doa, dukungan materi, serta kasih sayang yang menjadi kekuatan terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Akhiruddin, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing pertama, dan Bapak Dr. Ir. Irmansyah, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua, yang telah meluangkan waktu dengan penuh kesabaran untuk memberikan arahan, ilmu, serta masukan selama proses penelitian hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Si. dan Bapak Dr. Faozan, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji pertama dan kedua, atas saran dan kritikan untuk karya tulis ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf Departemen Fisika atas ilmu pengetahuan dan bimbingan selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
5. Rekan-rekan Fisika IPB University angkatan 56 yang kebersamaan selama masa perkuliahan dan tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
6. Teman-teman terdekat penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, bantuan, serta menjadi tempat berbagi cerita selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Seseorang yang selalu hadir dan memberikan dukungan, perhatian, dan pengertian, terima kasih telah menemani penulis dalam melewati berbagai proses dan menjadi bagian berarti dari perjalanan ini.
8. Teruntuk diri penulis sendiri, terima kasih atas kerja keras dalam menuntaskan tanggung jawab untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.

Bogor, Agustus 2026

Wine Icvanda

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Industri Tekstil	4
2.2 Fotokatalisis	5
2.3 Sintesis Hijau (<i>Green Synthesis</i>)	7
2.4 <i>Copper(II) oxide</i> (CuO)	9
2.5 Daun Belimbing Wuluh	11
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Kerja	14
3.4 Analisis Data	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Sintesis Hijau Nanopartikel CuO Menggunakan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh	19
4.2 Karakteristik Struktur Kristal Nanopartikel CuO	20
4.3 Karakteristik Optik Nanopartikel CuO	23
4.4 Karakteristik Spektrum dan Kurva Kalibrasi <i>Indigo Carmine</i>	24
4.5 Aktivitas Fotokatalitik CuO Terhadap <i>Indigo Carmine</i>	25
4.6 Analisis Kinetika Fotodegradasi <i>Indigo Carmine</i>	28
4.7 Hubungan Karakteristik CuO dengan Aktivitas Fotokatalitik	29
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32



DAFTAR TABEL

1	Parameter limbah tekstil	4
2	Jenis fotokatalis dan aplikasinya	7
3	Perbandingan sintesis konvensional dan sintesis hijau	9
4	Karakteristik utama CuO	11
5	Kelompok metabolit daun belimbing wuluh dan potensi perannya dalam sintesis hijau	13
6	Puncak sampel yang paling konsisten dengan refleksi CuO	21
7	Perhitungan ukuran kristalit seluruh puncak menggunakan persamaan Scherrer	22
8	Estimasi ukuran kristalit berdasarkan puncak yang konsisten dengan fase CuO	22
9	Perubahan absorbansi dan efisiensi fotodegradasi <i>indigo carmine</i>	26

DAFTAR GAMBAR

10	Prinsip fotokatalisis pada nanopartikel TiO ₂	6
11	Mekanisme umum sintesis hijau nanopartikel	8
12	Struktur atom CuO	10
13	Daun belimbing wuluh kering	14
14	Larutan CuSO ₄ dan larutan ekstrak	15
15	Perubahan warna larutan setelah ekstraksi	19
16	Pola difraksi XRD serbuk CuO	20
17	Spektrum UV-Vis serbuk CuO	23
18	Spektrum UV-Vis larutan standar <i>indigo carmine</i>	24
19	Kurva kalibrasi <i>indigo carmine</i>	25
20	Perubahan absorbansi maksimum hasil fotokatalisis	26
21	Efisiensi fotodegradasi <i>indigo carmine</i> berdasarkan perubahan absorbansi	27
22	Uji linearitas model kinetika pseudo-orde pertama	28