

**SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO/Au MENGGUNAKAN
METODE BIOSINTESIS DAN *PULSED LASER
ABLATION IN LIQUID* (PLAL) UNTUK PENDETEKSI
DYE (*METHYLENE BLUE*)**

SKRIPSI

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



Nadia Istiqomah

1306621053

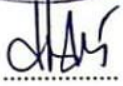
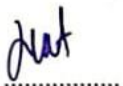
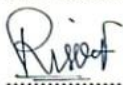
**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO/Au MENGGUNAKAN METODE BIOSINTESIS DAN *PULSED LASER ABLATION IN LIQUID (PLAL)* UNTUK PENDETEKSI *DYE (METHYLENE BLUE)*

Nama : Nadia Istiqomah

No. Registrasi : 1306621053

Nama	Tanda	Tanggal
Penanggung Jawab		
Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Sc. NIP. 197909162005011004		12-08-2025
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc. NIP. 197905042009122002		12-08-2025
Ketua : Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si. NIP. 197705102006042001		05-08-2025
Sekretaris : Vina Bkti Utami, S.Si., M.Pd. NIP. 199504162024062001		07-08-2025
Anggota		
Pembimbing I : Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si. NIP. 197910102008011018		07-08-2025
Pembimbing II : Dr. Affi Nur Hidayah, M.Si. NIP. 198704172009122001		07-08-2025
Penguji : Riser Fahdiran, M.Si. NIP. 198307172009121008		04-08-2025

Dinyatakan lulus ujian siding skripsi pada tanggal 29 Juli 2025.

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Sintesis Nanopartikel Zno/Au untuk Deteksi *Methylene Blue* Menggunakan Teknik *Surface-Enhanced Raman Scattering* (SERS)” yang disusun sebagai syarat untuk 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 dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah

Jika di kemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 20 Juli 2025



Nadia Istiqomah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: 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 : Nadia Istiqomah
NIM : 1306621053
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika
Alamat email : nadiaistiqomah32@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Sintesis Nanopartikel ZnO/Au Menggunakan Metode Biosintesis dan Pulsed Laser Ablation
in Liquid (PLAL) untuk Pendeteksi Dye (Methylene Blue)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan 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, 25 Agustus 2025

Penulis

(Nadia Istiqomah)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah suhaanahu wa ta'ala yang telah memberikan nikmat pengetahuan, nikmat iman, nikmat Islam, nikmat sehat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis Nanopartikel ZnO/Au Menggunakan Metode Biosintesis dan *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL) untuk Pendeteksi *Dye (Methylene Blue)*”. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa, dukungan, bimbingan, dan semangat dari berbagai pihak yang begitu berarti bagi penulis dalam proses akademik maupun pribadi. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iwan Sugihartono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang membimbing dengan penuh kesabaran, memberi banyak ilmu yang bermanfaat, semangat, dan perhatian sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih banyak atas waktu, dorongan, dan motivasi yang telah diberikan.
2. Ibu Dr. Affi Nur Hidayah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah dengan penuh kesabaran dan perjuangan membimbing penulis. Terima kasih karena telah memberikan banyak waktu, masukan yang membangun, semangat, dan ilmu yang bermanfaat pada penulis hingga akhir.
3. Bapak Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si., selaku Koorprodi Fisika FMIP UNJ dan segenap Dosen di Program Studi Fisika FMIPA UNJ yang telah membagikan ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan.
4. Bapak, Ibu, Kak Fatih, dan Kahila yang menjadi alasan dan kekuatan terbesar penulis dalam perjalanan studinya. Terima kasih atas doa, cinta, kasih sayang, dukungan, serta pengorbanan tak ternilai yang selalu menyertai langkah penulis selama hidupnya.
5. Laelatul Dalilah, Adinda Salsabila Khansa, Zahra Sajidah Hariyawan, Nadia Sulistyowati, dan Fatma Ummamah Fadila yang dari awal menemani hingga sampai di ujung pintu kedewasaan ini. Terima kasih atas waktu, kasih sayang, tawa, dan canda yang selalu berhasil membuat penulis merasa tidak sendirian dan bisa melewati masa-masa sulit.

6. Alifah dan Thalia selaku teman lama yang telah berbagi mimpi mereka pada penulis yang masih lah seorang anak tanpa menyimpan masa depan.
7. PLAVE dengan lagu dan karyanya yang selalu menemani penulis selama menyelesaikan skripsi ini.
8. Ela, Khansa, Nova, Indah, Alfiyani, Rahma, Nindi, dan Eza selaku rekan-rekan satu bimbingan yang telah memberikan banyak ilmu dan informasi selama proses penulisan skripsi ini.
9. Teman-teman angkatan 2021 yang telah berjuang bersama-sama melewati masa perkuliahan.
10. Yang terakhir dan paling berarti, terima kasih banyak pada diri sendiri yang sudah bertahan, tidak pernah menyerah dan selalu kembali bangkit. Terima kasih karena telah berjuang sampai sejauh ini. Dan tolong tetap melangkah kedepan sampai akhir.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka dalam menerima saran dan kritik yang membangun. Penulis juga berharap bahwa penelitian dan skripsi ini dapat berkontribusi memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca.

Jakarta, 20 Juli 2025



Nadia Istiqomah

ABSTRAK

Nadia Istiqomah. Sintesis Nanopartikel ZnO/Au menggunakan Metode Biosintesis dan *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL) untuk Pendeteksi Dye (*Methylene Blue*). Di bawah bimbingan IWAN SUGIHARTONO dan AFFI NUR HIDAYAH.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan substrat *Surface-Enhanced Raman Scattering* (SERS) berbasis nanopartikel ZnO/Au untuk mendeteksi *Methylene Blue* (MB). Nanopartikel ZnO disintesis menggunakan metode biosintesis dengan ekstrak daun kelor. Kemudian, nanopartikel emas disintesis *in situ* di dalam larutan ZnO dengan metode *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL). Karakterisasi XRD untuk ZnO murni terdeteksi 9 bidang. Untuk ZnO/Au menampilkan 1 puncak ZnO, 5 lainnya milik Au. Berdasarkan SEM, untuk variasi ablasi 10 menit didapat ukuran rata-rata partikelnya. Untuk 15 menit partikelnya beraglomerasi. Diukur karakterisasi UV-Vis dan diukur *band gap* masing-masing. Uji deteksi MB dilakukan dan diketahui bahwa nanopartikel ZnO/Au dapat mendeteksi hingga konsentrasi terendah.

Kata Kunci: Nanopartikel ZnO, Au, ZnO/Au, Struktur Kristal, Ukuran Kristal, Raman, SERS, *Methylene Blue*, MB

ABSTRACT

Nadia Istiqomah. Synthesis of ZnO/Au Nanoparticles via Biosynthesis and Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL) for Dye Detection (Methylene Blue). Under Supervised by IWAN SUGIHARTONO and AFFI NUR HIDAYAH.

This study focuses on the development of a Surface-Enhanced Raman Scattering (SERS) substrate based on ZnO/Au nanoparticles for detecting Methylene Blue (MB). ZnO nanoparticles were synthesized via a green synthesis method using *Moringa oleifera* leaf extract. Gold nanoparticles were then synthesized *in situ* in the ZnO suspension using the Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL) method. XRD characterization of pure ZnO detected nine diffraction peaks. For ZnO/Au, one peak corresponded to ZnO, while the remaining five peaks were attributed to Au. SEM analysis showed that the 10-minute ablation variation yielded an average particle size, whereas the 15-minute ablation led to particle agglomeration. UV-Vis characterization was performed, and the band gap for each sample was determined. MB detection tests revealed that ZnO/Au nanoparticles could detect MB down to the lowest concentration tested.

Keywords: ZnO nanoparticles, Au, ZnO/Au, Crystal Structure, Crystal Size, Raman, SERS, Methylene Blue, MB

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II	6
KAJIAN PUSTAKA	6
A. Seng Oksida (ZnO)	6
B. Emas (Au)	7
C. Sintesis ZnO/Au Nanopartikel	9
1. Mekanisme Biosintesis ZnO Nanopartikel	9
2. Sintesis ZnO/Au Nanopartikel dengan Metode <i>Pulsed Laser Ablation in Liquid</i> (PLAL)	11
3. Karakteristik ZnO/Au Nanopartikel	12
D. Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	18
E. <i>Methylene Blue</i> (MB)	19
F. <i>Surface-Enhanced Raman Scattering</i> (SERS)	19
G. Teknik <i>Drop-casting</i>	22
H. Penelitian Relevan	23
BAB III	26
METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Tempat dan Waktu Penelitian	26
B. Metode Penelitian	26
1. Alat dan Bahan	27
2. Prosedur Penelitian	27
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	28
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Sintesis ZnO/Au Nanopartikel	29
B. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	30
C. Karakterisasi UV-Vis	31
D. Karakterisasi FE SEM	31
E. Uji Sinyal Raman	31

BAB V.....	33
KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur kristal ZnO (Sirelkhatim et al., 2015)	7
Gambar 2. 2. Struktur kristal hexagonal wurtzite ZnO (Fu dkk., 2017)	7
Gambar 2. 3. LSPR (Wu dkk., 2023).....	8
Gambar 2. 4 Mekanisme PLAL (Khumaeni dkk., 2019).....	11
Gambar 2. 5 Energi celah pita ZnO dan ZnO/Au (Julita dkk., 2022)	13
Gambar 2. 6 Absorbansi UV-Vis ZnO-Au (Adesyoe dkk., 2023).....	14
Gambar 2. 7 Karakterisasi SEM ZnO dari penelitian Pal dkk. (2018)	15
Gambar 2. 8 Karakterisasi SEM ZnO/Au dari penelitian Ahmed dkk. (2019).....	15
Gambar 2. 9 Difraksi sinar – X pada jarak antar atom d dan sinar datang θ	16
Gambar 2. 10 Hasil XRD dari penelitian Wicaksono dkk. (2022)	17
Gambar 2. 11. Daun kelor	18
Gambar 2. 12 Rumus Molekul MB.....	19
Gambar 2. 13. Mekanisme SERS (Parkash dkk., 2022)	20
Gambar 2. 14. Hotspot (Petryayeva & Krull, 2011)	20
Gambar 2. 15 Metode Drop-casting (Bormashenko dkk., 2019).....	22
Gambar 3. 6 Diagram Alir	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sintesis Nanopartikel ZnO/Au	43
Lampiran 2. Pembuatan Larutan Methylene Blue (MB)	45
Lampiran 3. Penetasan Nanopartikel ZnO/Au dan MB ke Substrat	45
Lampiran 4. Karakterisasi UV-Vis Nanopartikel ZnO/Au	45
Lampiran 5. Uji deteksi MB menggunakan Spektroskopi Raman.....	46

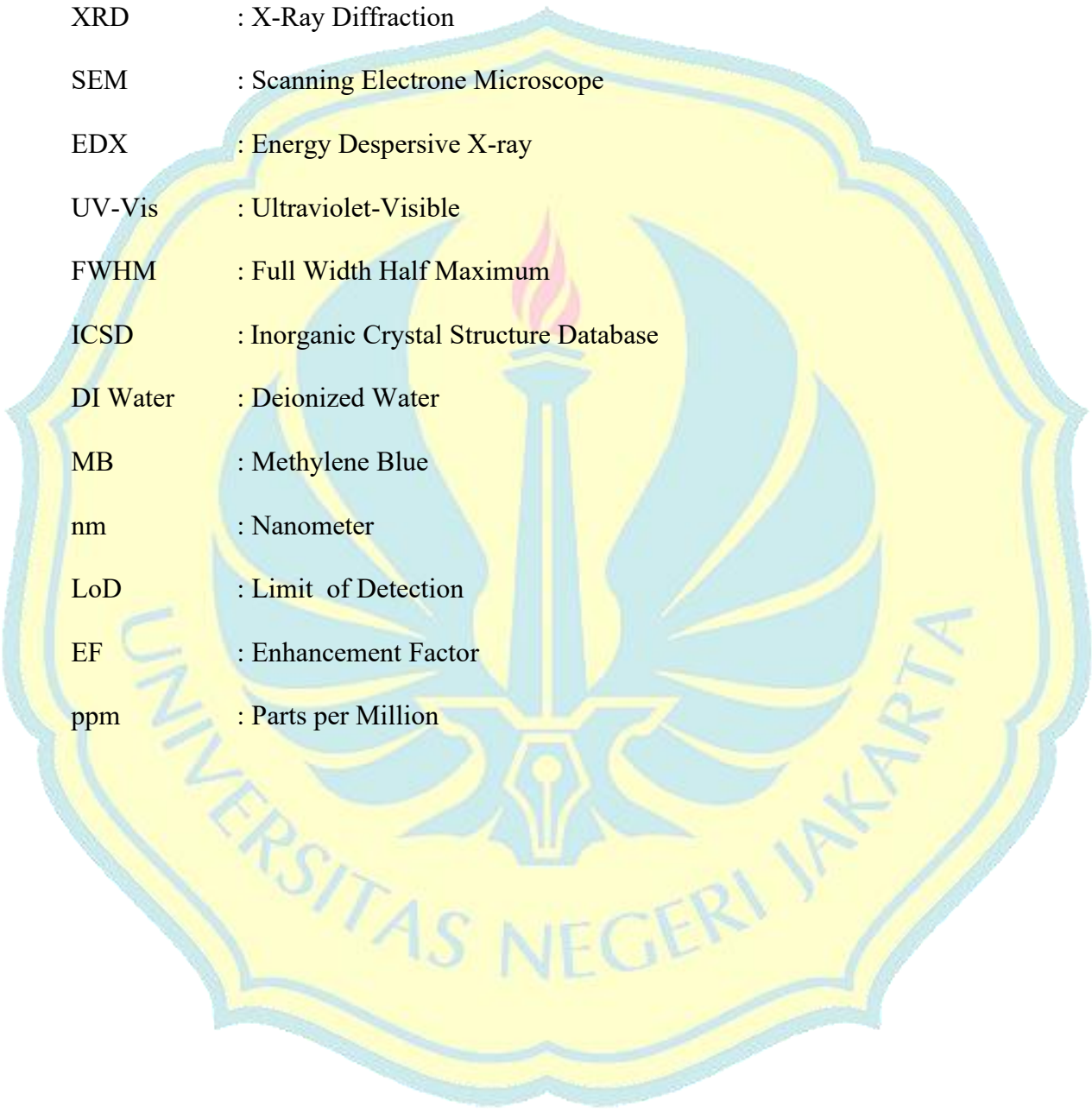


DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rincian Kegiatan Penelitian.....	26
---	----



DAFTAR SINGKATAN



ZnO	: Zinc Oxide
XRD	: X-Ray Diffraction
SEM	: Scanning Electrone Microscope
EDX	: Energy Despersive X-ray
UV-Vis	: Ultraviolet-Visible
FWHM	: Full Width Half Maximum
ICSD	: Inorganic Crystal Structure Database
DI Water	: Deionized Water
MB	: Methylene Blue
nm	: Nanometer
LoD	: Limit of Detection
EF	: Enhancement Factor
ppm	: Parts per Million