

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO/Au  
SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI  
ZAT WARNA RHODAMIN B**



**Oleh**

**MARDIANA JULITA**

**NIM.18036059/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2022**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO/Au  
SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI  
ZAT WARNA RHODAMIN B**

**SKRIPSI**

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh**

**MARDIANA JULITA**

**NIM.18036059/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO/Au SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B

Nama : Mardiana Julita  
NIM : 18036059  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 22 Agustus 2022

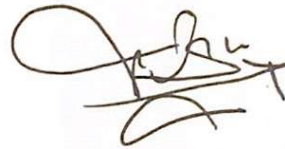
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Muhandis Shiddiq, S.Si., M.Sc  
NIP. 19870723 201801 1 001

Pembimbing II



Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19770912 200312 1 004

Mengetahui,  
Ketua Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19721024 199803 1 001

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

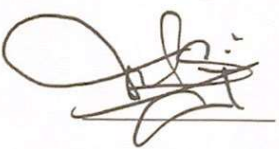



Nama : Mardiana Julita  
NIM : 18036059  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO/Au SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 22 Agustus 2022

#### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D.	
Anggota	: Dr. Muhandis Shiddiq, S.Si., M.Sc	
Anggota	: Dr. rer. nat. Deski Beri, S.Si., M.Si	
Anggota	: Effendi, S.Pd., M.Sc	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Mardiana Julita  
NIM/TM : 18036059 / 2018  
Tempat/Tanggal Lahir : Padang Panjang / 05 Mei 2000  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Alamat : Jl. Yos sudarso Pasar Sarinah unit II, Jambi  
No. HP/Telp : 082278049516  
Judul Skripsi : **Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel  
ZnO/Au sebagai Fotokatalis untuk Degradasi  
Zat Warna Rhodamin B**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Negeri Padang maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. 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, 22 Agustus 2022  
Yang menyatakan,



**Mardiana Julita**  
NIM. 18036059

# **Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO/Au Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B**

**Mardiana Julita**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini membahas terkait aktivitas fotokatalitik dari nanopartikel ZnO/Au yang disintesis dengan variasi waktu ablasi untuk diaplikasikan pada degradasi zat warna Rhodamin B. Metoda yang digunakan dalam mensintesis nanopartikel ZnO/Au yaitu ablasi laser dengan variasi waktu 1 menit, 3 menit dan 5 menit. Nanopartikel yang disintesis dikarakterisasi dengan instrumen XRD, FESEM-EDX dan UV-Vis. Berdasarkan analisis pola XRD diamati terdapatnya puncak Au pada  $2\theta$  ( $38,17^\circ$ ) dibidang (111) dan pada analisis gambar FESSEM - EDX diamati terdapat 2,6% Au pada masing-masing nanopartikel yang telah disintesis serta dilakukan perhitungan *band gap* dengan analisis data UV-Vis. Berdasarkan analisis data UV-VIS dengan metoda *Tauc's Plot*. Maka diperoleh data band gap masing-masing nanopartikel sebagai berikut 3,23 eV, 3,19 eV, 3,17 eV dan 3,02 eV. Untuk mengetahui aktivitas katalitik dari nanopartikel ZnO/Au dilakukan perhitungan %degradasi dengan UV-Vis dan dapat diperoleh nilai %degradasi tertinggi pada nanopartikel ZnO/Au dengan waktu ablasi laser 5 menit sebesar 98%. Dari data yang dihasilkan dapat disimpulkan semakin tinggi waktu ablasi laser semakin banyak zat warna yang terdegradasi.

Kata Kunci : Fotokatalis, Waktu Ablasi Laser, Nanopartikel ZnO/Au, Rhodamin B

# **Synthesis and characterization of ZnO/Au nanoparticles as photocatalyst for degradation of Rhodamine B Dyes**

**Mardiana Julita**

## **ABSTRACT**

This study discusses the photocatalytic activity of synthesized ZnO/Au nanoparticles with variations in ablation time to be applied to the degradation of Rhodamine B dye. The method used in synthesizing ZnO/Au nanoparticles is laser ablation with variations in time of 1 minute, 3 minutes, and 5 minutes. The synthesized nanoparticles were characterized by XRD, FESEM-EDX, and UV-Vis instruments. Based on the XRD pattern analysis, it was observed that the peak of Au was at  $2\theta$  ( $38.17^\circ$ ) in the (111) plane and, on FESEM-EDX image analysis, it was observed that there was 2.6% Au in each synthesized nanoparticle and the band gap was calculated using UV data analysis. -Vis. Based on UV-VIS data analysis using the Tauc's Plot method. Then the band gap data for each nanoparticle were obtained as follows: 3.23 eV, 3.19 eV, 3.17 eV, and 3.02 eV. To determine the catalytic activity of ZnO/Au nanoparticles, a calculation of % degradation with UV-Vis was performed and the highest % degradation value was obtained for ZnO/Au nanoparticles with a laser ablation time of 5 minutes of 98%. From the resulting data, it can be concluded that the higher the laser ablation time, the more the dye will degrade.

**Keywords:** Photocatalyst, Laser Ablation Time, ZnO/Au Nanoparticles, Rhodamine B

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO/Au sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mata kuliah tugas akhir di Program Studi Kimia, departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kelancaran penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, petunjuk dan masukan yang bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, M.Sc, Ph.D selaku penasehat akademik sekaligus pembimbing II tugas akhir
2. Bapak Dr. Muhandis Shiddiq, M.Sc selaku pembimbing I tugas akhir
3. Bapak Dr.rer.nat Deski Beri, M.Si dan Bapak Effendi,S.Pd,M.Sc selaku dosen pembahas
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Orang tua penulis yang telah meridhoi dan mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi .



7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan 2019 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Penulis sadar bahwasannya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukkan, kritikan serta saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Padang, Juli 2021

Mardiana Julita

## 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
A. Identifikasi Masalah .....	3
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Rhodamin B .....	6
B. Fotokatalis .....	8
C. Ablasi Laser dalam Cairan .....	10
D. Nanopartikel ZnO .....	12
E. ZnO/Au .....	14
F. Karakterisasi .....	15
1. UV-VIS .....	15
2. X-Ray Diffraction (XRD) .....	16
3. FESEM .....	17
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
A. Waktu dan Tempat .....	19
B. Objek Penelitian .....	19
C. Variabel Penelitian .....	19
D. Alat dan Bahan .....	19
1. Alat .....	19
2. Bahan .....	20
E. Prosedur Penelitian .....	20

1. Preparasi Katalis ZnO/Au .....	20
2. Karakterisasi katalis ZnO/Au .....	20
3. Pembuatan model limbah zat warna Rhodamin B .....	21
4. Degradasi zat warna Rhodamin B menggunakan fotokatalis ZnO/Au ..	21
5. Teknik Analisis Data .....	21
6. Skema Penelitian .....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
A. Sintesis ZnO/Au .....	24
B. Karakterisasi Nanopartikel ZnO/Au.....	25
1. UV-Vis .....	25
2. X-Ray Diffraction (XRD).....	28
3. FESEM .....	30
C. Aktivitas fotokatalis ZnO/Au untuk degradasi zat warna rhodamin B ..	34
A. Kesimpulan.....	37
B. Saran .....	37
DAFTAR KEPUSTAKAAN .....	38
LAMPIRAN.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur zat warna Rhodamin B (Danish <i>et al.</i> , 2017).....	6
Gambar 2. Skema proses ablasi laser (Darwish <i>et al.</i> , 2015).....	12
Gambar 3. Struktur ZnO (Ong <i>et al.</i> , 2018).....	13
Gambar 4. Spektrum serapan UV-Vis ZnO murni, Ag dan Ag yang didoping ZnO (Anugrahwidya <i>et al.</i> , 2020) .....	16
Gambar 5. Pola XRD dari nanopartikel ZnO dan ZnO-Ag (Yudasari <i>et al.</i> , 2021) .....	17
Gambar 6. Koloid nanopartikel ZnO/Au (a) Koloid ZnO (b) ZnO/Au 1 menit (c) ZnO/Au 3 menit (d) ZnO/Au 5 menit .....	24
Gambar 7. Spektrum Absorbansi ZnO, ZnO/Au, dan Au.....	25
Gambar 8. Nilai <i>bandgap</i> nanopartikel ZnO, ZnO/Au 1 menit, ZnO/Au 3 menit, dan ZnO/Au 5 menit menggunakan metode <i>Tauc's Plot</i> .....	27
Gambar 9. Hasil XRD nanopartikel ZnO dan ZnO/Au.....	28
Gambar 10. FESEM dari ZnO (a), ZnO/Au 1 menit, ZnO/Au 3 menit, dan ZnO/Au 5 menit .....	31
Gambar 11. Analisis pemetaan EDX ZnO/Au 5 menit.....	32
Gambar 12. Spektrum EDX ZnO/Au 1 menit (a) ZnO/Au 3 menit (b) ZnO/Au 5 menit.....	33
Gambar 13. Spektrum absorbansi Rhodamin B 10 ppm dengan penambahan ZnO, ZnO/Au 1 menit, ZnO/Au 3 menit, dan ZnO 5 menit setelah diiradiasi sinar UV selama 120 menit.....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perhitungan ukuran kristal ZnO dan ZnO/Au.....	30
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan larutan koloid ZnO.....	43
Lampiran 2. Pembuatan fotokatalis ZnO/Au .....	44
Lampiran 3.Karakterisasi Fotokatalis ZnO dan ZnO/Au.....	45
Lampiran 4.Degradasi zat warna Rhodamin B oleh ZnO/Au .....	46
Lampiran 5. Tabel pengukuran massa plat logam Zn .....	47
Lampiran 6. Perhitungan pembuatan larutan Rhodamin B 10 ppm.....	48
Lampiran 7. Perhitungan penentuan %Degradasi zat warna Rhodamin B .....	49
Lampiran 8. Hasil FESEM ZnO.....	50
Lampiran 9. Hasil FESEM-EDX ZnO/Au 1 menit.....	51
Lampiran 10. Hasil FESEM-EDX dari ZnO/Au 3 menit.....	53
Lampiran 11. Hasil FESEM-EDX dari ZnO/Au 5 menit.....	55
Lampiran 12. Hasil pengukuran nilai <i>Band Gap</i> ZnO dan ZnO/Au .....	57
Lampiran 13. Dokumentasi Hasil Penelitian .....	59

## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu masalah serius pada limbah industri tekstil yaitu kontaminasi dengan zat warna organik dan anorganik yang dibuang ke perairan. Hal tersebut memiliki risiko tinggi terhadap kehidupan organisme dalam perairan (Naji *et al.*, 2020). Adanya zat warna dalam perairan akan menghambat proses fotosintesis dan berdampak buruk bagi kehidupan akuatik, sehingga menimbulkan risiko yang signifikan terhadap rantai makanan. Remediasi air limbah zat warna merupakan salah satu tujuan secara universal dalam pengendalian pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, air limbah yang sangat berwarna membutuhkan pengolahan yang tepat sebelum dilepaskan ke lingkungan (Bougdour *et al.*, 2020).

Rhodamin B (RhB) adalah zat warna xanthin yang digunakan sebagai zat warna dalam industri tekstil. Telah dilaporkan bahwa dalam industri tekstil hampir 10-25% zat warna hilang saat penanganan dalam proses pencelupan dan 2-20% larutan pewarna langsung dibuang sebagai limbah. Selain masalah ini, industri tekstil mengkonsumsi sejumlah besar air minum dan air industri sebagai air pengolahan. Penggunaan Rhodamin B telah dilarang dalam industri makanan dan kosmetik karena adanya gugus N-etil di kedua sisi cincin xanthin yang memberikan sifat racun dan karsinogen senyawa bagi manusia dan hewan (Danish *et al.*, 2017). Pengolahan limbah yang mengandung zat warna Rhodamin B merupakan salah satu upaya yang sangat penting untuk mengurangi pencemaran terhadap lingkungan perairan karena Rhodamin B bersifat karsinogenik dan beracun (Liang *et al.*, 2016).

Limbah zat warna rhodamin B dapat didegradasi menjadi limbah yang tidak berbahaya menggunakan fotokatalis semikonduktor. Iradiasi fotokatalis semikonduktor menghasilkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi

fotokatalis menghasilkan *hole* positif pada pita valensi. Oksigen melepaskan elektron dari pita konduksi dan menghasilkan anion superoksida ( $O_2^-$ ) yang menghasilkan produksi radikal OH melalui reaksi dengan molekul air. Demikian pula, lubang positif yang dihasilkan pada pita valensi katalis juga menghasilkan radikal OH melalui reaksi dengan molekul air. Radikal aktif ini memainkan kinerja yang signifikan dalam mineralisasi polutan. Dalam mendegradasi polutan organik dapat menggunakan fotokatalis heterogen dengan transformasi redoks. Proses ini melibatkan inisiasi fotoreaksi dengan adanya fotokatalis semikonduktor (Saeed *et al.*, 2018). Sejumlah fotokatalis seperti ZnO (Blažeka *et al.*, 2020) dan  $TiO_2$  (Liang *et al.*, 2016) yang telah digunakan sebagai katalis untuk degradasi zat warna.

Pada penelitian ini, nanopartikel ZnO akan digunakan sebagai fotokatalis. ZnO dianggap sebagai salah satu material semikonduktor yang paling menjanjikan untuk berbagai macam aplikasi saat ini. ZnO merupakan salah satu jenis semikonduktor yang memiliki celah pita (3,37 eV), energi ikat eksitasi yang besar (60 meV) dan serapan violet dalam/borderline ultraviolet (UV) pada suhu kamar. ZnO berbentuk nanopartikel merupakan salah satu struktur ZnO dalam skala nano yang telah menarik banyak perhatian karena aplikasi potensialnya. Nanopartikel ZnO memiliki potensi untuk aplikasi fotokatalitik. Namun, ZnO juga memiliki kelemahan utama sebagai fotokatalis yaitu efisiensi pemisahan muatannya yang rendah. Oleh karena itu, upaya yang dilakukan yaitu memodifikasi sifat fisik dan kimia ZnO dengan memasukkan pengotor logam untuk menggeser energi celah pita valensi ZnO ke pita konduksi dan mempersempit energi celah pita ke wilayah UV. Peningkatan aktivitas fotokatalitik ZnO sebagai katalis dapat didoping dengan logam mulia, dalam penelitian ini logam mulia yang akan digunakan yaitu Au. ZnO



yang didoping logam mulia akan mempengaruhi sifat optik dan strukturnya (Yao *et al.*, 2021).

Nanopartikel ZnO/Au akan disintesis menggunakan metode ablasi laser dalam cairan. Metode ablasi laser dalam cairan ini merupakan metode sederhana untuk menghasilkan nanopartikel. Dibandingkan dengan teknik kimia lainnya, ablasi laser memiliki beberapa keunggulan, yaitu nanopartikel yang dihasilkan memiliki kemurnian tinggi karena tidak melibatkan bahan kimia selama proses sintesis dan hanya membutuhkan logam murni dan medium cair seperti air deionisasi (Avicenna *et al.*, 2021)

Berdasarkan penjelasan tersebut, akan dilakukan penelitian tentang aplikasi nanopartikel ZnO yang didoping dengan logam Au menggunakan metode ablasi laser dalam cairan untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B. Hasil degradasi akan dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis, XRD, dan FESEM.

#### A. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Rhodamin B merupakan salah satu zat warna yang beracun dan bersifat karsinogenik. Apabila zat warna Rhodamin B dibuang langsung ke perairan akan berdampak buruk bagi lingkungan.
2. Katalis ZnO dapat digunakan untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B. Namun, efektivitas katalis ZnO untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B masih rendah.

3. ZnO dapat ditingkatkan aktivitas katalitiknya dengan mendoping dengan logam mulia, salah satu logam mulia yang dapat di manfaatkan adalah plat Au dengan metod ablasi laser.

#### **B. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Fotokatalis ZnO/Au disintesis berdasarkan penelitian sebelumnya dengan variasi waktu 1 menit, 3 menit, dan 5 menit menggunakan metode ablasi laser dalam cairan.
2. Karakterisasi ZnO/Au dilakukan dengan menggunakan instrument UV-VIS, XRD, dan FESEM.
3. Fotokatalis ZnO/Au akan diaplikasikan untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B selama 120 menit.

#### **C. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana prosedur pembuatan fotokatalis ZnO/Au menggunakan metode ablasi laser dalam cairan ?
2. Bagaimana karakteristik fotokatalis ZnO/Au yang dihasilkan ?
3. Bagaimana efektivitas fotokatalis ZnO/Au dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B ?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian pada Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui proses pembuatan fotokatalis ZnO/Au menggunakan metode ablasi laser dalam cairan.

2. Mengetahui karakteristik fotokatalis ZnO/Au.
3. Mengetahui efektivitas fotokatalis ZnO/Au dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai proses pembuatan fotokatalis ZnO/Au menggunakan metode ablasi laser dalam cairan
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik dari fotokatalis ZnO/Au
3. Memberikan informasi mengenai efektivitas fotokatalis ZnO/Au dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B