

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SERTA  
APLIKASINYA PADA DEGRADASI REMAZOL RED RB**

**SKRIPSI**



**Oleh :**

**FINGKY PRISTIKA SARI  
08031181722063**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SERTA APLIKASINYA PADA DEGRADASI *REMAZOL RED RB*

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

FINGKY PRISTIKA SARI

08031181722063

Indralaya, Juli 2021

Pembimbing I



Dr. Muhammad Said, M.T  
NIP. 197407212001121001

Pembimbing II



Dr. Addy Rachmat, M.Si  
NIP. 197409282000121001



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Sintesis dan Karakterisasi ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta Aplikasinya pada Degradasi *Remazol Red RB*" telah dipertahankan di hadapan Tim Pengaji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Juli 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Inderalaya, Juli 2021

Ketua:

1. **Dr. Muhammad Said, M.T.**  
NIP. 197407212001121001

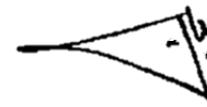
(  )

Anggota:

1. **Dr. Addy Rachmat, M. Si.**  
NIP. 197409282000121001

(  )

2. **Zainal Fanani, M. Si.**  
NIP. 196708211995121001

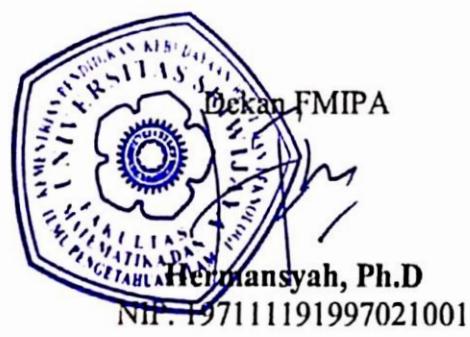
(  )

3. **Dr. Suheryanto, M. Si.**  
NIP. 196006251989031006

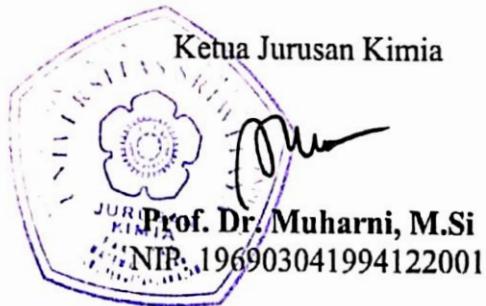
(  )

4. **Dra. Julinar, M. Si.**  
NIP. 196507251993032002

(  )



Mengetahui



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fingky Pristik Sari

NIM : 08031181722063

Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai penuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasi maupun tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan benar

Indralaya, Juli 2021

Penulis,



Fingky Pristik Sari

NIM. 08031181722063

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fingky Pristika Sari  
NIM : 08031181722063  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,

Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Sintesis dan Karakterisasi ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta Aplikasinya pada Degradasi *Remazol Red RB*”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Juli 2021

Penulis,



Fingky Pristika Sari  
NIM. 08031181722063

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya sendiri untuk  
menemukanmu”**

**-Ali bin Abi Thalib-**

**“Terus melangkah meski susah. Terus bertarung walau belum beruntung.  
Kita nggak pernah tau, kapan waktu yang pas untuk menerima tepuk tangan  
itu”**

**-Boy Candra-**

**“Jika hujan turun tidak mungkin tanpa alasan, maka begitu juga mawar  
yang tidak mungkin tumbuh tanpa duri tajam”**

**-Pristikaf-**

**“Tidak ada yang bisa membuatku galau kecuali orang tua, uang dan masa  
depan”**

**-Someone-**

Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada

Allah SWT

Nabi Muhammad SAW

Ku persembahkan karya ini kepada :

- Kedua orang tuaku
- Kedua adikku
- Keluargaku
- Teman-temanku
- Dosen Pembimbingku
- Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> serta Aplikasinya pada Degradasi *Remazol Red RB*”. Skripsi ini dibuat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberi dukungan baik dalam doa, materil dan moral. Papa yang selalu memastikan aku tidak kurang uang dan mama yang selalu memastikanku selalu sehat, semoga mama dan papa selalu dalam lindungan-Nya.
2. Kedua adikku, Selvi Yolanda dan Prisko Indrian yang selalu menghibur dan mendoakan kebaikan untukku, terima kasih telah menjadi adik yang baik yang selalu membuatku bangga memiliki kalian, semoga kita dapat membahagiakan masa tua mama dan papa.
3. Keluarga palembangku (Wak tine, wak lanang, ayuk Elis, kak Luthfi, aak Yovi, dan adikku Zaki) yang telah sangat berbaik hati selama aku berada di Palembang, yang telah memberi dukungan, semangat dan membuatku merasa punya rumah kedua. Terkhusus wak yang selalu memperlakukanku lebih dari anak sendiri, sangat menyayangi dan tidak pernah marah meski selalu direpotkan, begitupun ayukku tersayang Elis Anggraini yang telah memberiku kesempatan untuk merasakan bagaimana rasanya memiliki sosok kakak perempuan yang menjadi tempat mengadu paling aman.
4. Keluarga besarku yang selalu mendoakan dan senantiasa memberikan dukungan dan motivasi.
5. Bapak Hermansyah, Ph. D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
8. Bapak Dr. Muhammad Said, M. Si dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si selaku pembimbing tugas akhirku, terima kasih untuk semua ilmu, masukkan, motivasi yang diberikan selama tugas akhir.
9. Ibu Dra. Julinar, M. Si, Bapak Dr. Suheryanto, M. Si dan Bapak Zainal Fanani, M. Si selaku penguji sidang sarjana, terimakasih atas bimbingan masukannya selama penyusunan skripsi.
10. Seluruh staf dosen jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmunya kepada penulis.
11. Analis Laboratorium jurusan Kimia (Yuk Nur, Yuk Niar dan Yuk Yanti) yang telah membantu dalam penelitian penulis dan Admin jurusan Kimia (Mbak Novi dan Kak Iin) yang telah membantu dalam menyelesaikan administrasi selama kuliah hingga akhir kuliah.
12. Kak Widya 15, Kak Sastriani, Kak Qodria dan Kak Chika, yang telah mendukung dan membantu dalam penelitian tugas akhir ini.
13. Nadya, Suci, Eka, Reni, Yana, Indi, Annisa, Yohanna dan Sarah terimakasih banyak untuk semua dukungan, semangat dan bantuan yang telah kalian berikan. Terimakasih telah hadir dan menjadi bagian dari perjalanan 4 tahun kuliah ini. Semoga kalian kemudian menemukan definisi sukses dan kesuksesan masing-masing dimasa depan.
14. Ricky satu-satunya manusia dari maba sampai sekarang yang bertahan menjadi teman bacot membacot paling abadi sepanjang masa perkuliahan ini, terima kasih untuk semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan. Semangat untuk tugas akhirnya, see you on top.
15. Teman ngelab (Reni, Rahma, Puput, yohanna dan Wan) terima kasih telah bersama-sama penelitian dari drama per-lab-an sampai akhirnya kita bisa wisuda.

16. Sahabatku yang bertahan dengan segala ego dan semua sifat anehku yang tidak dimiliki orang lain (Yunia Aisyah Amini dan Haviva Nuraini) terimakasih telah menjadi sebaik-baiknya pendengar, menerima dengan segala kurangku, dan menjadi nama yang paling banyak tersebutkan dalam setiap kisahku.
17. Chetrin, Rizky, Wahyu, Brendy, Mita, Madon, Haviva dan Yunia terima kasih telah menjadi nama paling dipercaya kedua orang tuaku. Terima kasih sudah mau menjadi teman paling menyenangkan dalam sejarah.
18. Sahabatku Lingga, Lara dan Uci yang telah memberikan dukungan, semangat dan bantuan. Terkhusus Lingga yang selalu menjadi pendengar yang baik, mengingatkan dan menasihati, terima kasih telah meminjamkan sebagian waktumu hanya untuk sekedar mendengar keluhanku.
19. Orang baik dan yang pernah baik. Temanku dan yang menganggapku teman. Sahabat dan yang pernah menjadi sahabat. Orang yang pernah memberi manfaat baik terlihat maupun tidak terlihat untukku. Terima kasih, tanpa kalian aku tidak mungkin dapat belajar banyak sehingga aku bisa berada dititik ini.
20. *Last but not least, I wanna thank me, for believing me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2021  
Penulis,



Fingky Pristika Sari  
NIM. 08031181722063

## SUMMARY

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> AND ITS APPLICATION TO THE DEGRADATION OF REMAZOL RED RB

Fingky Pristika Sari : Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T and Dr. Addy Rachmat, M.Si

Chemistry Departement, Mathematics and Natural Sciences Faculty, Sriwijaya University xvii + 70 pages, 11 pictures, 3 tables, 12 attachments

The research on photodegradation of *Remazol Red RB* using ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> photocatalyst has been done. This study aims to determine the ratio of the optimum weight of Al to ZnO needed to degrade *Remazol Red RB*. The photodegradation process of *Remazol Red RB* was carried out in several variables including the effect of contact time and the initial concentration of the dye under conditions below pH<sub>pzc</sub>. Composites ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were made with a mass ratio of ZnO to Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0.05), (1:0.07) and (1:0.10) and characterized using XRD, SEM and UV-Vis DRS instruments. The ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0.05) composite was selected as a photocatalyst to degrade Remazol Red RB. The XRD characterization results of the ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite showed the formation of a typical peak at 31°. The energy bandgap value of the ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composites (1:0.05), (1:0.07) and (1:0.10) obtained from the UV-Vis DRS characterization results were 3.16; 3.15 and 2.96 eV. The morphology of the ZnO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1: 0.05) composite characterized using SEM showed that the ZnO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1: 0.05) surface was granulated with smaller particle sizes compared to ZnO particles and the shape tend to clump with the composition. The constituent elements of Zn, Al and O are 50.16%, 21.26% and 5.28%, respectively. The optimum conditions for photodegradation were obtained at a contact time of 180 minutes at pH 6 with the percent degradation effectiveness of 91.04%. As for the effect of the initial concentration of the dye, it was found that the greatest percentage of greatest dye concentration reduction effectiveness was at a concentration of 50 ppm, namely 89.26%.

**Keywords :** Composites, ZnO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Photodegradation, Photocatalyst, *Remazol Red RB*

Citation : 55 (2002-2020)

**RINGKASAN**  
**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SERTA**  
**APLIKASINYA PADA DEGRADASI REMAZOL RED RB**

Fingky Pristika Sari : Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T dan Dr. Addy Rachmat, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya xvii + 70 halaman, 11 gambar, 3 tabel, 12 lampiran

Penelitian tentang fotodegradasi zat warna *Remazol Red RB* menggunakan fotokatalis ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ratio berat optimum logam Al terhadap ZnO yang diperlukan untuk mendegradasi *Remazol Red RB*. Proses fotodegradasi *Remazol Red RB* dilakukan dengan beberapa variabel diantaranya pengaruh waktu dan konsentrasi awal zat warna serta pada kondisi di bawah pH<sub>pzc</sub>. Komposit ZnO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dibuat dengan perbandingan molar ZnO terhadap Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> masing-masing (1:0,05), (1:0,07) dan (1:0,10) serta dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM dan UV-Vis DRS. Komposit ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0,05) dipilih sebagai fotokatalis untuk mendegradasi *Remazol Red RB*. Hasil karakterisasi XRD komposit ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menunjukkan terbentuknya puncak khas pada sudut 2θ di sekitar 31°. Nilai celah pita energi komposit ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0,05), (1:0,07) dan (1:0,10) yang didapat dari hasil karakterisasi UV-Vis DRS masing-masing sebesar 3,16; 3,15 dan 2,96 eV. Morfologi komposit ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0,05) yang dikarakterisasi menggunakan SEM menunjukkan permukaan ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1:0,05) berbentuk butiran-butiran dengan ukuran partikel penyusun lebih kecil dibandingkan dengan partikel penyusun ZnO dan bentuknya yang cenderung menggumpal dengan komposisi unsur penyusun Zn, Al dan O masing-masing sebesar 50,16%, 21,26% dan 5,28%. Kondisi optimum fotodegradasi diperoleh pada waktu kontak 180 menit pada pH 6 dengan persen efektivitas degradasi 91,04%. Sedangkan untuk pengaruh konsentrasi awal zat warna didapatkan persen efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *Remazol Red RB* terbesar pada konsentrasi 50 ppm yaitu 89,26%.

**Kata kunci :** Komposit, ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fotodegradasi, Fotokatalis, *Remazol Red RB*  
Sitasi : 55 (2002-2020)

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
SUMMARY .....	x
RINGKASAN .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian.....	2
1.4    Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1    Zat Warna Tekstil .....	3
2.2 <i>Remazol Red RB</i> .....	4
2.3 <i>Advanced Oxidation Processes (AOPs)</i> .....	5
2.4    Fotodegradasi (Degradasi Fotokatalitik) .....	5
2.5    Semikonduktor ZnO .....	7
2.6    Logam Aluminium .....	8
2.7    ZnO terdoping Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	8
2.8    Karakterisasi .....	9
2.8.1    Spektrofotometer UV-Vis .....	9
2.8.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	10
2.8.3 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	11
2.8.4    UV-Vis DRS .....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1    Waktu dan Tempat .....	13
3.2    Alat dan Bahan .....	13
3.2.1    Alat .....	13
3.2.2    Bahan.....	13
3.3    Prosedur Kerja .....	13
3.3.1    Sintesis ZnO ( <i>Ajala et al., 2018</i> ).....	13

3.3.2	Sintesis Nanopartikel ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan Variasi Konsentrasi Bahan Doping (Ajala <i>et al.</i> , 2018) .....	14
3.3.2	Pembuatan Larutan <i>Remazol Red RB</i> .....	14
3.3.3	Fotodegradasi <i>Remazol Red RB</i> .....	15
3.4	Analisa Data .....	16
3.4.1	Analisa Data Hasil Karakterisasi .....	16
3.4.2	Analisa Data Hasil Fotodegradasi .....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		20
4.1	Karakterisasi Material .....	20
4.1.1	Hasil Karakterisasi ZnO dan Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan Difraksi X-Ray (XRD) .....	20
4.1.2	Hasil Karakterisasi ZnO dan Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	22
4.1.3	Hasil Karakterisasi ZnO dan Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05), (1:0,07), (1:0,10) dengan UV-Vis DRS .....	23
4.2	pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05).....	25
4.3	Fotodegradasi <i>Remazol Red RB</i> .....	26
4.3.1	Pengaruh Variasi Waktu Fotodegradasi .....	26
4.3.2	Pengaruh Variasi Konsentrasi Awal Zat Warna <i>Remazol Red RB</i> .....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		31
5.1	Kesimpulan.....	31
5.2	Saran .....	31
DAFTAR PUSTAKA .....		32
LAMPIRAN .....		37

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Struktur molekul kimia <i>Remazol Red RB</i> .....	4
Gambar 2. Kemungkinan skema (pathway) degradasi fotokatalitik RB5 (S = produk tentatif; A - F = produk teridentifikasi oleh GCMS, pH limbah: 11) (Sugiyana & Soenoko, 2016).....	6
Gambar 3. Difraksi sinar-X pada jarak antar atom d (Alfarisa <i>et al.</i> , 2018).....	10
Gambar 4. Penentuan Energi Celah Pita.....	11
Gambar 5. Difraktogram dari (a) ZnO (b) ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) (c) ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,07) dan (d) ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,10) .....	20
Gambar 6. Morfologi SEM pada pembesaran 3000x (a) permukaan ZnO (b) permukaan ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) .....	23
Gambar 7. Kurva UV-Vis DRS (a) ZnO (b) ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) (c) ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,07) dan (d) ZnO- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,10) .....	24
Gambar 8. Kurva pH <sub>pzc</sub> ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) .....	25
Gambar 9. Kurva pengaruh variasi waktu terhadap efektifitas Penurunan Konsentrasi zat warna <i>Remazol Red RB</i> .....	26
Gambar 10. Kurva pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna terhadap efektivitas penurunan konsentrasi zat warna <i>Remazol Red RB</i> .....	29
Gambar 11. Kurva pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna (20 ppm) terhadap efektivitas penurunan konsentrasi zat warna <i>Remazol Red RB</i> .....	29

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Klasifikasi zat pewarna berdasarkan struktur kimia .....	3
Tabel 2. Perbandingan molar komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14
Tabel 3. Komposisi unsur-unsur penyusun ZnO dan ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05).....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Penelitian .....	38
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) .....	41
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,07) .....	43
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,10) .....	45
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi SEM ZnO .....	47
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi SEM ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) .....	48
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS .....	49
Lampiran 8. Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) .....	59
Lampiran 9. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum <i>Remazol Red RB</i> .....	60
Lampiran 10. Penentuan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Zat Warna <i>Remazol Red RB</i> .....	61
Lampiran 11. Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna <i>Remazol Red RB</i> Menggunakan Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) Terhadap Pengaruh Waktu .....	62
Lampiran 12. Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna Remazol Red RB Menggunakan Komposit ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (1:0,05) Terhadap Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan <i>Remazol Red RB</i> .....	65

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Zat warna yang digunakan dalam dunia industri berupa zat warna sintetik yang tidak mudah terurai dilingkungan. Salah satu zat warna sintetik yang umum digunakan adalah *Remazol red RB*. *Remazol red RB* ini adalah salah satu zat warna sintetik monoazo yang memiliki satu ikatan ganda N=N. Zat warna *Remazol Red RB* ini digunakan sebagai pewarna merah pada industri batik (Sastrawidana, 2011). Para peneliti telah banyak melakukan penelitian pengolahan limbah zat warna yang diantaranya menggunakan metode adsorpsi, koagulasi (Herawati *et al.*, 2018), *Advanced Oxidation Processes* (AOP) (Agustina & Amir, 2012).

Metode *Advanced Oxidation Processes* (AOP) merupakan alternatif penghancuran limbah zat warna. Bidang yang paling penting dalam fotokatalis berfokus pada semikonduktor oksida logam untuk degradasi polutan organik dalam air di lingkungan sekitar, dengan menggunakan cahaya matahari dan oksigen di atmosfer sebagai sumber energi dan oksidan. Keuntungan utama dari metode AOP menggunakan Fotokatalis adalah polutan organik dapat diubah menjadi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan ion anorganik dengan lebih maksimal (Zhao *et al.*, 2005).

Fotokatalis semikonduktor adalah teknologi yang menjanjikan untuk digunakan pada proses teknologi hijau dalam dekomposisi bahan kimia beracun karena fungsi *self-cleaning* didukung oleh radiasi matahari. Baru-baru ini, seng oksida (ZnO) sebagai semikonduktor tipe-n ( $E_g = 3,37$  eV) telah menerima banyak perhatian karena tidak beracun, stabil, berbiaya rendah dan memiliki kinerja fotokatalitik yang tinggi (Sa-nguanprang *et al.*, 2020).

Penelitian mengenai degradasi zat warna *Remazol Red RB* dilakukan oleh Sistesya & Sutanto, (2014) menggunakan ZnO:Ag, hasilnya persentase degrasi semakin meningkat sebesar 91,37% dengan penyinaran UV selama 6 jam. Dari hasil penelitian tersebut maka penting untuk dilakukan variasi waktu degradasi agar diketahui waktu optimum fotokatalis dalam mendegradasi zat warna.

ZnO sendiri dapat dikatakan sebagai fotokatalis yang baik dalam proses degradasi limbah zat warna karena ZnO bisa memproduksi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yang lebih baik

daripada fotokatalis yang lain. Tetapi, ZnO mempunyai kekurangan yaitu hanya dapat diaplikasikan pada daerah sinar UV. Untuk menaikkan sifat fotokatalitik beberapa upaya dilakukan diantaranya melalui pendopingan dengan logam atau non logam atau membentuk komposit. Lapisan tipis ZnO yang diberi *dopant* unsur tertentu dapat meningkatkan sifat listrik maupun sifat optisnya (Pradana *et al.*, 2017). Umumnya logam Aluminium (Al) adalah logam yang dapat digunakan sebagai *dopant* pada semikonduktor ZnO.

Efek doping Al telah banyak diteliti mengenai pengaruhnya terhadap sifat struktural, morfologi dan optoelektronik ZnO. Kebanyakan studi, menggunakan aluminium klorida atau aluminium nitrat sebagai sumber doping untuk menyelidiki pengaruh sumber doping Al pada prosedur sol-gel serta sifat struktural, morfologi dan optik ZnO-Al (Ebrahimifard *et al.*, 2012).

Penelitian mengenai degradasi zat warna metil *orange* telah dilakukan oleh Zhang *et al.*, (2016) menggunakan ZnO-Al. Hasilnya Nanopartikel yang mengandung 20% Al menunjukkan kapasitas degradasi yang baik, terjadi penurunan konsentrasi yang besar pada metil *orange* dari 200 menjadi 2,7 mg/L, dan lebih lanjut mendegradasi metil *orange* secara menyeluruh dalam penyinaran selama 30 menit. Dari hasil penelitian tersebut maka penting untuk dilakukan variasi konsentrasi *dopant* agar diketahui ZnO-Al hasil terbaik untuk mendegradasi zat warna, juga diperlukan variasi konsentrasi awal zat warna agar dapat diketahui batas kemampuan ZnO-Al dalam mendegradasi zat warna.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan modifikasi pendopingan material ZnO dengan Aluminium sehingga akan dilihat kemampuan komposit tersebut terhadap degradasi *Remazol Red RB*. Penelitian ini akan dilakukan dengan variabel pengaruh waktu degradasi dan konsentrasi awal zat warna untuk mendapatkan hasil terbaik dari perbandingan yang divariasikan, serta karakterisasinya menggunakan XRD (difaksi x-ray), SEM (*scanning electron microscopy*) dan DRS (*spectroscopy diffuse reflectance*).

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa ratio berat optimum logam Al pada doping ZnO berdasarkan hasil karakteristik instrumen XRD, SEM dan DRS?

2. Bagaimana pengaruh variabel waktu degradasi dan konsentrasi awal zat warna terhadap persen efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *Remazol Red RB*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan ratio berat optimum logam Al pada doping ZnO berdasarkan hasil karakteristik instrumen XRD, SEM dan DRS.
2. Mempelajari pengaruh variabel waktu degradasi dan konsentrasi awal zat warna terhadap persen efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *Remazol Red RB*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan pengolahan limbah zat warna *Remazol Red RB* dengan menggunakan Fotokatalis semikonduktor ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Khairurrijal, K. (2009). Review: Karakterisasi Nanomaterial. *J. Nano Saintek*, 2(1), 5.
- Agustina, T. E., & Amir, M. (2012). Pengaruh Temperatur dan Waktu pada Pengolahan Pewarna Sintetis Procion Menggunakan Reagen Fenton. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3), 55.
- Ajala, F., Hamrouni, A., Houas, A., Lachheb, H., Megna, B., Palmisano, L., & Parrino, F. (2018). The Influence of Al Doping on The Photocatalytic Activity of Nanostructured ZnO: The Role of Adsorbed Water. *Applied Surface Science*, 445, 376–382.
- Akhtar, M. J., Alhadlaq, H. A., Alshamsan, A., Majeed Khan, M. A., & Ahamed, M. (2015). Aluminum Doping Tunes Band Gap Energy Level as well as Oxidative Stress-Mediated Cytotoxicity of ZnO Nanoparticles in MCF-7 Cells. *Scientific Reports*, 5, 5.
- Alfarisa, S., Rifai, D. A., & Toruan, P. L. (2018). Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO). *Risalah Fisika*, 2(2), 53–54.
- Aprilia, A., Hanavi, D. P., Safriani, L., Bahtiar, A., Suryaningsih, S., & Agustini, R. (2020). Sifat Fotokatalitik Serbuk ZnO Terdoping Aluminium dalam Mendegradasi Larutan Metil Biru. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 04(01), 35.
- Aryanto, A., & Nugraha, I. (2015). Kajian Fotodegradasi Methyl Orange dengan Menggunakan Komposit TiO<sub>2</sub>-Montmorillonit. *Jurnal Molekul*, 10(1), 64.
- Azhara, S. U., Setianto, & Hidayat, D. (2016). Simulasi XRD Zinc Oxide Terdoping Menggunakan Metode Laue. *Journal Material Dan Energi Indonesia*, 06(02), 10.
- Benhaoua, B., Rahal, A., & Benramache, S. (2014). The Structural, Optical and Electrical Properties of Nanocrystalline ZnO:Al Thin Films. *Superlattices and Microstructures*, 68, 2.
- Bizarro, M. (2010). High Photocatalytic Activity of ZnO and ZnO:Al Nanostructured Films Deposited by Spray Pyrolysis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 97(1–2), 201–202.
- Budiawan, W., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2012). Kajian Tentang Aplikasi Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) sebagai Tinta Pengaman untuk Dokumen Berharga. *Widyariset*, 15(2), 260.
- Damayanti, C. A., Wardhani, S., & Purwonugroho, D. (2014). Pengaruh Konsentrasi TiO<sub>2</sub> dalam Zeolit Terhadap Degradasi Methylene Blue Secara Fotokatalitik. *Kimia Student Journal*, 1(1), 11–12.

- Dandara, M. E., Pingak, R. K., & Johannes, A. Z. (2019). Estimasi Celah Energi Senyawa Hasil Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata L.*) Menggunakan Metode Tauc Plot. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 4(1), 51.
- Diantariani, N. P., Suprihatin, I. E., & Widihati, I. A. G. (2016). Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Blue dan Congo Red Menggunakan Komposit ZnO-AA dan Sinar UV. *Jurnal Kimia*, 10(1), 137.
- Diantariani, N. P., & Widihati, I. A. G. (2017). Fotodegradasi Fenol Menggunakan Komposit Ag/ZnO yang Disintesis dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Kimia*, 11(2), 133.
- Diantariani, N. P., Widihati, I. A. G., & Megasari, I. (2014). Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar Ultra Violet dan Katalis ZnO. *Jurnal Kimia*, 8(1), 139.
- Didik, L. A. (2020). Penentuan Ukuran Butir Kristal CuCr<sub>0,98</sub>Ni<sub>0,02</sub>O<sub>2</sub> dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM). *Indonesian Physical Review*, 3(1), 9–10.
- Ebrahimifard, R., Abdizadeh, H., & Reza Golobostanfar, M. (2012). Influence of Al Nitrate and Al Chloride Doping Sources on Structural and Optical Properties of Sol-Gel Derived Al:ZnO Nanoparticles. *Micro and Nano Letters*, 7(6), 572–575.
- Elhalil, A., Elmoubarki, R., Farnane, M., Machrouhi, A., Mahjoubi, F. Z., Sadiq, M., Qourzal, S., & Barka, N. (2018). Photocatalytic Degradation of Caffeine as a Model Pharmaceutical Pollutant Mg doped ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Heterostructure. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 10(1), 12.
- Esplugas, S., Giménez, J., Contreras, S., Pascual, E., & Rodríguez, M. (2002). Comparison of Different Advanced Oxidation Processes for Phenol Degradation. *Water Research*, 36(4), 1034–1035.
- Gül, Ü. D. (2013). Treatment of Dyeing Wastewater Including Reactive Dyes (Reactive Red RB, Reactive Black B, Remazol Blue) and Methylene Blue by Fungal Biomass. *Water SA*, 39(5), 593.
- Hakim, A. R., & Haris, A. (2016). Sintesis Fotokatalis ZnO-Al dan Aplikasinya pada Degradasi Fenol dan Reduksi Cd(II) secara Simultan. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(1), 7–9.
- Hardeli, Ramadhani, A., Kurniawati, D., Andriko, N., & Sanjaya, H. (2014). Degradasi Methyl Violet dan Methylen Blue oleh Fotokatalis TiO<sub>2</sub>. *Eksakta*, 1(1), 109–110.
- Herawati, D., Santoso, S. D., & Amalina, I. (2018). Kondisi Optimum Adsorpsi-Fluidisasi Zat Warna Limbah Tekstil Menggunakan Adsorben Jantung Pisang. *Jurnal SainsHealth*, 2(1), 6.
- Iwantono, I., Anggelina, F., Nurrahmawati, P., Naumar, F. Y., & Umar, A. A.

- (2016). Optimalisasi Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells Dengan Penambahan Doping Logam Aluminium pada Material Aktif Nanorod ZnO Menggunakan Metode Hidrotermal. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 06(01), 37.
- Karaca, S., Gürses, A., Açıslı, Ö., Hassani, A., Kiranşan, M., & Yikilmaz, K. (2013). Modeling of Adsorption Isotherms and Kinetics of Remazol Red RB Adsorption from Aqueous Solution by Modified Clay. *Desalination and Water Treatment*, 51(13–15), 2726–2727.
- Lagan, F., Saputra, E., & Chairul. (2017). Degradasi Zat Warna Artifisial Limbah Tekstil dengan Advanced Oxidation Processes Menggunakan Katalis Nanopartikel Ce/Karbon. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 4(1), 3.
- Lee, H. J., Kim, J. H., Park, S. S., Hong, S. S., & Lee, G. D. (2015). Degradation Kinetics For Photocatalytic Reaction of Methyl Orange Over Al-doped ZnO Nanoparticles. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 25, 1–2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2014.10.035>
- Listiorini, Fahyuan, H. D., & Ngatijo. (2018). Pengaruh Doping Al Terhadap Band Gap Energy Lapisan Tipis ZnO Abstrak. *JoP*, 4(1), 24.
- Murali, M., Suganthi, P., Athif, P., Sadiq Bukhari, A., Syed Mohamed, H. E., Basu, H., & Singhal, R. K. (2017). Histological Alterations in The Hepatic Tissues of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Nanoparticles Exposed Freshwater Fish *Oreochromis Mossambicus*. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 44, 17.
- Negara, I. M., Simpen, I. N., & Satriawijaya, E. (2019). Reduksi Ion Kromium Heksavalen Menggunakan Fotokatalis Zeolit Alam Terembankan  $\text{TiO}_2$  dan Radiasi Sinar UV. *Cakra Kimia*, 7(2), 177.
- Nugroho, B., Rusnoto, & Wibowo, H. (2017). Optimalisasi Sifat Mekanik Penambahan Aluminium pada Logam Kuningan pada Prototype Baling-Baling. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 14(1), 16.
- Nugroho, R., & Ikbal. (2005). Pengolahan Air Limbah Berwarna Industri Tekstil dengan Proses AOPs. *Jai*, 1(2), 163–164.
- Poluakan, M., Wuntu, A., & Sangi, M. S. (2015). Aktivitas Fotokatalitik  $\text{TiO}_2$  – Karbon Aktif dan  $\text{TiO}_2$  – Zeolit pada Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow. *Jurnal MIPA*, 4(2), 139.
- Pradana, A., Sutanto, H., & Hidayanto, E. (2017). Deposisi, Karakterisasi Sifat Optik dan Uji Degradasi Db71 pada Lapisan Tipis ZnO:Co Konsentrasi Tinggi. *Youngster Physics Journal*, 6(3), 243.
- Sa-nguanprang, S., Phuruangrat, A., Thongtem, T., & Thongtem, S. (2019). Preparation of Visible-Light-Driven Al-Doped ZnO Nanoparticles Used for Photodegradation of Methylene Blue. *Journal of Electronic Materials*, 49(3), 1841–1848.

- Saksono, N., Puspita, I., & Sukreni, T. (2017). Application of Contact Glow Discharge Electrolysis Method for Degradation of Batik Dye Waste Remazol Red by The Addition of Fe<sup>2+</sup> Ion. *AIP Conference Proceedings*, 2.
- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani, ni P., & Suarya, P. (2015). Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*, 9(2), 176–178.
- Sastrawidana, I. D. K. (2011). Studi Perombakan Zat Warna Tekstil Remazol Red RB Secara Aerob Menggunakan Bakteri Enterobacter Aerogenes yang diisolasi dari Lumpur Limbah Tekstil. *Jurnal Kimia*, 5(2), 117–118.
- Septiani, U., Gustiana, M., & -, S. (2015). Pembuatan dan Karakterisasi Katalis TiO<sub>2</sub>/Karbon Aktif dengan Metode Solid State. *Jurnal Riset Kimia*, 9(1), 34. <https://doi.org/10.25077/jrk.v9i1.257>
- Setyaningtyas, T., & Dwiasi, D. W. (2012). Degradasi Zat Warna AZO TARTRAZIN pada Limbah Cair Mie dengan Metode AOPs (Advanced Oxidation Processes). *Jurnal Molekul*, 7(2), 155.
- Shu, J., Wang, Z., Huang, Y., Huang, N., Ren, C., & Zhang, W. (2015). Adsorption Removal of Congo Red from Aqueous Solution by Polyhedral Cu<sub>2</sub>O Nanoparticles: Kinetics, Isotherms, Thermodynamics and Mechanism Analysis. *Journal of Alloys and Compounds*, 633, 339.
- Sibarani, J., Purba, D. L., Suprihatin, I., & Manurung, M. (2016). Fotodegradasi Rhodamin B Menggunakan ZnO/ UV/Reagen Fenton. *Cakra Kimia*, 4(1), 87–91.
- Sistesya, D., & Sutanto, H. (2014). Sifat Optik Zinc Oxide (ZnO) yang dideposisi di atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya untuk Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal*, 3(1), 76–77.
- Sugianto, Zannah, R., Mahmuda, S., Astuti, B., Purta, N., Wibowo, A., Marwoto, P., Ariyanto, D., & Wibowo, E. (2016). Pengaruh Temperatur Annealing pada Sifat Listrik Film Tipis Zinc Oksida Doping Aluminium Oksida. *Jurnal Mipa*, 39(2), 116.
- Sugiyana, D., & Soenoko, B. (2016). Identifikasi Mekanisme Fotokatalitik Pada Degradasi Zat Warna Azo Reactive Black 5 Menggunakan Katalis Mikropartikel TiO<sub>2</sub>. *Arena Tekstil*, 31(2), 122.
- Suhartati, T. (2003). *Dasar-dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spekstrometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*.
- Suhernadi, A., Wardhani, S., & Purwonugroho, D. (2014). Studi Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) Terhadap Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis TiO<sub>2</sub> – Bentonit Arif. *Kimia Student Journal*, 2(2), 574.

- Sujatno, A., Salam, R., Dimyati, A., & Bandriyana. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy(SEM) untuk Karakterisasi Proses Oxidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 9(2), 45–46.
- Sukarta, I. N., & Sumahandriyani, P. (2013). Pengaruh Konsentrasi Ammonium Sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  Optimasi Jamur Jerami Padi ILS (Isolat Lokal Singaraja) Untuk Biodegradasi Zat Warna AZO Jenis Remazol Red. *Jurnal Kimia*, 7(1), 92.
- Suminar, D. R., & Saksono, N. (2018). Pengaruh Kedalaman Anoda pada Metode Contact Glow Discharge Electrolysis (CGDE) dalam Degradasi Pewarna Tekstil Remazol Red. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(2), 66.
- Tajizadegan, H., Torabi, O., Heidary, A., Golabgir, M. H., & Jamshidi, A. (2015). Study of methyl orange adsorption properties on  $\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3$  nanocomposite adsorbent particles. *Desalination and Water Treatment*, 57(26), 1–2.
- Vifta, R. L., Sutarno, & Suyanta. (2016). Studi Aktifitas Fotokatalitik MCM-41 Teremban Zn pada Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Mipa*, 39(1), 49.
- Zhang, X., Chen, Y., Zhang, S., & Qiu, C. (2016). High Photocatalytic Performance Of High Concentration Al-doped  $\text{ZnO}$  Nanoparticles. *Separation and Purification Technology*, 172, 236–241.
- Zhao, J., Chen, C., & Ma, W. (2005). Photocatalytic Degradation of Organic Pollutants Under Visible Light Irradiation. *Topics in Catalysis*, 35(3–4), 269.