

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO/SiO₂ SEBAGAI
FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI
ZAT WARNA RHODAMIN B**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)



ILMA ZELVINA

NIM/TM. 18036125/2018

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Sintesis Dan Karakterisasi ZnO/SiO₂ Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B
Nama : Ilma Zelvina
NIM : 18036125
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Februari 2023

Mengetahui,
Kepala Departemen Kimia



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

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


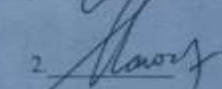

Nama : Ilma Zelvina
NIM : 18036125
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZnO/SiO_2 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, 13 Februari 2023

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Miftahul Khair, S.Si, M.Sc., Ph.D	
2	Anggota	Prof. Dr. Mawardi, M.Si	
3	Anggota	Edi Nasra, S.Si, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

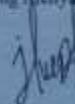
Nama : Ilma Zelvina
NIM : 18036125
Tempat/Tanggal Lahir : Batu Basa, 17 April 2000
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Sintesis Dan Karakterisasi ZnO/SiO₂ Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada 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, 13 Februari 2023
Yang Menyatakan



Ilma Zelvina
NIM: 18036125

Sintesis Dan Karakterisasi ZnO/SiO₂ Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B

Ilma Zelvina

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas fotokatalitik dari katalis ZnO/SiO₂ yang disintesis dengan variasi massa Zink nitrat heksahidrat 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% pada massa SiO₂. Metoda yang digunakan dalam mensintesis katalis ZnO/SiO₂ yaitu sonikasi dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit. Katalis yang disintesis dikarakterisasi dengan instrumen XRD, FTIR, UV-Vis, dan UV-DRS. Berdasarkan analisis pola XRD diamati terdapatnya puncak ZnO pada 2θ (34,54°). Untuk mengetahui aktivitas katalitik dari katalis ZnO/SiO₂ dilakukan perhitungan %degradasi dengan UV-Vis dan dapat diperoleh nilai %degradasi tertinggi pada katalis ZnO/SiO₂ dengan variasi massa 10% sebesar 93,35%, serta dilakukan perhitungan band gap dengan analisis data UV-DRS. Berdasarkan analisis data UV-DRS dengan metode *Tauc's Plot*, maka diperoleh data band gap optimum yaitu pada variasi 10% sebesar 3,78 eV. Karakterisasi hasil %degradasi optimum dilakukan dengan FTIR didapatkan 470,41 cm⁻¹ regangan vibrasi untuk Zn-O yang menunjukkan bahwa katalis ZnO berhasil terbentuk.

Kata Kunci : Fotokatalis, Sonikasi, Katalis ZnO/SiO₂, Rhodamin B

Synthesis and Characterization Of ZnO/SiO₂ as Photocatalyst for Degradation of Rhodamine B Dyes

Ilma Zelvina

ABSTRACT

This study discusses the photocatalytic of synthesized ZnO/SiO₂ catalysts with mass variations of ZnO 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% on SiO₂ mass. The method used in synthesizing ZnO/SiO₂ catalysts is sonication method with the time variations of 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, and 25 minutes. The synthesized catalysts were characterized by XRD, FTIR, and UV-Vis instruments. Based on the XRD pattern analysis, it was observed that the peak of ZnO was at 2θ (34,54°). To determine the catalytic activity of the ZnO/SiO₂ catalyst, the % degradation was calculated using UV-Vis and the highest % degradation value was obtained on the ZnO/SiO₂ catalyst with a 10% mass variation of 93.35%, and the band gap calculation was performed using UV-DRS. Based on UV-DRS data analysis with the Tauc's Plot method, the optimum gap band data is obtained, namely in a 10% variation of 3.78 eV. Characterization of the optimum % degradation results was carried out by FTIR and obtained 470.41 cm⁻¹ vibrational strain for Zn-O indicating that the ZnO catalyst was successfully formed.

Keywords: Photocatalyst, Sonication, ZnO/SiO₂ catalysts, Rhodamine B

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS ZnO/SiO₂ SEBAGAI FOTOKATALIS UNTUK DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan saran yang tak ternilai dari beberapa pihak. Berdasarkan hal ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya tugas akhir ini.
2. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Departemen Kimia dan Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Prof. Dr. Mawardi, M.Si dan Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si selaku dosen pembahas.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik Jurusan Kimia FMIPA UNP.
5. Orang tua penulis dan keluarga tercinta yang telah memberikan motivasi yang begitu luar biasa kepada penulis.

6. Teman-teman Kimia angkatan 2018 yang telah memberikan masukan, semangat dan dorongan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap atas bantuan dan motivasi yang Bapak/Ibu, Orang tua, dan Teman-Teman berikan dapat membawa banyak hal baik dan menjadi ladang pahala untuk kita semua serta mendapat balasan yang begitu baik dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini, masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan yang dimiliki penulis baik itu sistematika penulisan maupun penggunaan bahasa. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan penelitian ini kedepannya. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, 13 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Silika (SiO_2).....	7
1. Deskripsi.....	7
2. Sifat Fisik dan Sifat Kimia Silika.....	8
3. Struktur.....	10
B. Seng Oksida (ZnO)	11
C. Fotokatalis	14
D. Sonikasi.....	17
E. Rhodamin B	19
F. Instrumentasi	20
1. FTIR (Fourier Transform Infra Red).....	20
2. Spektrofotometer UV-Vis	21
3. UV-DRS	23
4. XRD (X-Ray Diffraction).....	24
BAB III	27

METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Objek Penelitian	27
C. Variabel Penelitian	27
D. Alat dan Bahan.....	27
E. Prosedur Kerja.....	28
F. Teknik Analisa Data.....	29
BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
A. Sintesis Katalis ZnO/SiO ₂	31
B. Uji Fotokatalis ZnO/SiO ₂ terhadap Rhodamin-B dengan UV-Vis.....	32
C. Karakterisasi Fotokatalis ZnO/SiO ₂ dengan FTIR	32
D. Karakterisasi Fotokatalis ZnO/SiO ₂ dengan UV-DRS.....	33
E. Karakterisasi Fotokatalis ZnO/SiO ₂ dengan X-RD (X-Ray Diffraction)...	33
BAB V.....	45
PENUTUP.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifa Material ZnO	12
Tabel 2. Daftar Panjang Gelombang dan Warna Komplementer	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk silika murni (a) kuarsa, (b) kristobalit	7
Gambar 2. Celah pita SiO ₂	8
Gambar 3. Visualisasi struktur atom pada SiO ₂	10
Gambar 4. Diagram fasa SiO ₂ (Hessel et al., n.d.)	11
Gambar 5. Zink Oksida	12
Gambar 6. Struktur Kristal ZnO	14
Gambar 7. Tahapan reaksi fotokatalitik	15
Gambar 8. Fenomena Kavitasasi	18
Gambar 9. Struktur Rhodamin B (Afriyeni & Utari, 2016)	19
Gambar 10. Skema Kerja FTIR	21
Gambar 11. Skema kerja UV-Vis	22
Gambar 12. Pola difraksi sinar-X	24
Gambar 13. Hasil sintesis katalis ZnO/SiO ₂	32
Gambar 14. Spektrum FTIR	32
Gambar 15. Difraksi XRD a) ZnO, b) SiO ₂ , c) ZnO/SiO ₂	34
Gambar 16. Grafik perubahan nilai celah pita ZnO/SiO ₂	36
Gambar 17. Hasil panjang gelombang maksimum Rhodamin B	39
Gambar 18. Struktur RhB dengan adanya double bond yang terkonjugasi (kromofor)	39
Gambar 19. Kurva Standar larutan Rhodamin B	40
Gambar 20. Diagram persentase degradasi ZnO/SiO ₂ terhadap larutan Rhodamin B 10 ppm	41
Gambar 21. Degradasi Rhodamin B dengan ZnO/SiO ₂	42
Gambar 22. Mekanisme proses fotokatalis	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Penelitian	53
Lampiran 2. Kurva Standar Rhodamin B.....	56
Lampiran 3. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	56
Lampiran 4. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi waktu sonikasi massa ZnO/SiO ₂ 0,3 gram.....	57
Lampiran 5. Perhitungan persen degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi massa ZnO/SiO ₂ waktu sonikasi 15 menit	58
Lampiran 6. Spektrum FTIR	60
Lampiran 7. Pola XRD.....	64
Lampiran 8. Spektrum UV-DRS.....	66
Lampiran 9. Hasil degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi waktu sonikasi massa ZnO/SiO ₂ 0,3 gram.....	68
Lampiran 10. Hasil degradasi zat warna Rhodamin B dengan variasi 0,3 g ZnO/SiO ₂	68
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	68

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan Industri tekstil pada saat sekarang ini semakin meningkat, dimana peningkatan tersebut didukung oleh kemajuan teknologi. Berkembangnya industri tekstil memberikan keuntungan antara lain berkurangnya angka pengangguran, meningkatnya penghasilan, dan hasil output dari industri itu sendiri. Industri tekstil telah menjadi industri penting di Indonesia dan telah terbukti menjadi nilai tambah perekonomian Indonesia (Maryadi, 2007).

Dengan berkembangnya industri tekstil di Indonesia, salah satu dampak negatifnya adalah industri tersebut menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Dengan sifat toksisitas yang tinggi dan sulit untuk diuraikan (non biodegradable), limbah tekstil ini menjadi masalah baru jika langsung dibuang ke lingkungan (Cristina P dkk., 2007). Limbah cair tersebut mengakibatkan masalah pencemaran air jika tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang (Chandra dkk., 2012). Limbah tekstil dihasilkan dari proses pencelupan industri tekstil. Selama proses ini, limbah zat warna yang dihasilkan minimal 10-15% limbah. Pengolahan limbah industri tekstil sebelum mencapai saluran pengolahan akhir sangat penting karena mempengaruhi estetika dan melindungi lingkungan.

Zat warna sintetik yang banyak digunakan dalam industri tekstil dan kertas mengandung zat warna golongan xantin seperti *Rhodamin B* ($C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$), zat warna ini juga digunakan secara luas oleh masyarakat umum. *Rhodamin B* biasanya sering dipakai untuk pewarnaan wol, sutra dan kain, karena zat warna ini

dapat memberikan warna yang cerah dan praktis digunakan serta harganya yang relatif terjangkau. *Rhodamin B* sangat berbahaya bila tertelan oleh manusia atau hewan, karena paparan *Rhodamin B* dapat mengakibatkan iritasi pada mata, saluran pernapasan, kulit, reproduksi serta toksisitas kronis (Jain dkk., 2007). Dan jika terakumulasi dalam tubuh, dapat menimbulkan bahaya serius yang dapat mengakibatkan gangguan fungsi hati dan ginjal, serta dapat menyebabkan kanker hati (Rindi Nurlaila Sari, 2014).

Oleh karena sulit terurainya zat warna ini, maka perlunya alternatif untuk menurunkan kadar *Rhodamin B* di dalam air. Banyak metoda teknologi yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah limbah zat warna ini seperti metoda klorinasi, biodegradasi dan ozonisasi. Namun, metoda tersebut kurang efisien untuk diterapkan di Indonesia karena membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi. Strategi elektif lain yang cukup sederhana dan mudah diterapkan di Indonesia adalah fotodegradasi (Wahyu & Dini, 2014).

Fotodegradasi zat warna adalah suatu proses penguraian senyawa dengan adanya bantuan foton. Fotodegradasi merupakan metoda yang banyak digunakan karena praktis dan ekonomis. Fotodegradasi didasarkan pada penggunaan fotokatalis berbahan semikonduktor. Fotokatalis semikonduktor telah menarik banyak perhatian karena kontribusinya yang potensial terhadap perbaikan lingkungan. TiO_2 khususnya telah banyak digunakan sebagai fotokatalis untuk menghilangkan polutan dalam air. Meskipun sebagian besar studi fotokatalitik menggunakan TiO_2 sebagai fotokatalis yang efektif, ZnO juga menarik perhatian karena sifat fotokatalitiknya yang menguntungkan (Abdessemed dkk., 2019). Dalam penelitian ini semikonduktor yang digunakan adalah ZnO , karena memiliki

energi celah pita (*band gap/EG*) sebesar 3,37 eV sehingga juga dapat digunakan sebagai fotokatalis. ZnO adalah semikonduktor anorganik non-toksik yang dapat memberikan mobilitas tinggi dan stabilitas termal yang baik. ZnO digunakan sebagai katalis karena memiliki sifat yang serbaguna, kemudahan pembuatannya, serta biayanya yang relatif terjangkau (Ris, 2014).

Fotokatalis ZnO bekerja berdasarkan gagasan bahwa ketika sinar foton menyinari seng oksida, ia membentuk senyawa super oksida yang dapat memecah kontaminan organik, logam berat, dan mikroorganisme. Efisiensi fotokatalis menurun saat kristal ZnO terbentuk. Hal ini dapat dihindari dengan menggunakan bahan semikonduktor aktif untuk mengurangi laju aglomerasi ZnO. Silika merupakan salah satu zat aktif yang dapat dimanfaatkan (Emilia, 2017).

Alumina (Umdu et al., 2009), zeolit, dan silika (Wu et al., 2013) adalah contoh mineral dengan luas permukaan tinggi (Chen et al., 2015). Silika dapat meningkatkan sifat listrik dan optik nanopartikel ZnO, doping dengan SiO₂ (silika oksida) sering digunakan untuk mempromosikan aktivasi fotokatalitik (Widyastuti et al., 2022). Silika dipilih karena mencegah terjadinya aglomerasi partikel ZnO yang dapat menurunkan efektifitas fotokatalisisnya (Emilia, 2017).

Penambahan silika sebagai pendukung ZnO dapat meningkatkan luas permukaan dan mikroporositas sehingga menciptakan adsorben dengan daya serap tinggi pada proses adsorpsi-katalitik. Silika adalah padatan berpori dengan struktur berpori yang bergantung pada luas permukaan; semakin kecil ukuran pori silika, semakin tinggi luas permukaan, dan oleh karena itu kemampuan adsorpsi. Silika memiliki sifat-sifat yang tidak dimiliki senyawa anorganik lainnya, seperti

bersifat inert, memiliki sifat adsorpsi dan pertukaran ion yang baik, memiliki stabilitas mekanik dan termal yang tinggi, serta dapat digunakan untuk prakonsentrasi atau pemisahan analit dan mudah dimodifikasi dengan senyawa kimia tertentu untuk meningkatkan kinerja dan tidak mengubah struktur kristal induk partikel. (Hardyanti et al., 2017).

Pembuatan katalis ZnO yang diimbangkan pada material silika telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, misalnya metode impregnasi, solid-state, sol-gel, presipitasi, dan hidrotermal (E. Sanatgar-Delshade., *et al*, 2011). Metode-metode tersebut masih mempunyai beberapa kelemahan, seperti membutuhkan waktu sintesis yang cukup lama, produk yang tidak terdistribusi merata, ukuran partikel besar, dan fasa yang dihasilkan terkadang tidak stabil. Metode sonikasi merupakan metode yang belum banyak dilaporkan dan membutuhkan waktu relatif singkat.

Metode sonikasi adalah metode sintesis material anorganik yang menggunakan gelombang ultrasonik yang sangat tinggi. Pada metode ini gelombang ultrasonik dengan frekuensi tinggi (diatas 20 kHz) diradiasikan ke dalam larutan bertekanan tinggi. Dalam metode ini terjadi kavitasi di dalam medium yang timbul oleh tumbukan partikel yang menyebabkan suhu yang sangat tinggi mencapai 5000 K dengan laju pendinginan 1011 K/s t. Metode ini memiliki kelebihan yaitu dapat memecah agregat kristal berukuran besar menjadi ukuran kecil berskala nano, tingkat keseragaman partikel yang dihasilkan tinggi, serta waktu sintesis yang singkat (Istiqomah, 2019).

Berdasarkan pemaparan di atas, maka akan dilakukan pembuatan katalis ZnO/SiO₂ menggunakan gelombang ultrasonik, serta dilakukan uji aktivitas fotokatalitik terhadap zat warna Rhodamin B. Oleh sebab itu peneliti merancang penelitian dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi ZnO/SiO₂ Sebagai Fotokatalis Untuk Degradasi Zat Warna Rhodamin B”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Limbah zat warna Rhodamin B adalah zat warna yang bersifat karsinogenik dan toksik.
2. Diperlukan alternatif dalam rangka meningkatkan kinerja fotokatalis ZnO pada degradasi Rhodamin B.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Variasi massa Zn(NO₃)₂·6H₂O yang digunakan untuk sintesis ZnO/SiO₂ adalah 0,25 gram; 0,5 gram; 0,75 gram; 1,0 gram; dan 1,25 gram, serta variasi waktu sonikasi yakni 5 menit; 10 menit; 15 menit; 20 menit; dan 25 menit.
2. Pengkarakterisasi ZnO/SiO₂ menggunakan instrumen FTIR, UV-DRS, UV-Vis dan XRD.
3. Testing katalis ZnO/SiO₂ dengan massa 0,3 gram dilakukan untuk mendegradasi zat warna Rhodamin B.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur sintesis ZnO/SiO₂ dengan menggunakan metode sonikasi?
2. Bagaimana karakteristik ZnO/SiO₂ yang diperoleh?
3. Bagaimana efektivitas ZnO/SiO₂ dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses sintesis ZnO/SiO₂ dengan menggunakan metode sonikasi.
2. Mengetahui pengujian karakteristik ZnO/SiO₂ yang diperoleh.
3. Mengetahui efektivitas ZnO/SiO₂ dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B.

F. Manfaat Penelitian

Adapun terdapat beberapa manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai prosedur sintesis ZnO/SiO₂ dengan menggunakan metode sonikasi.
2. Memberikan informasi mengenai karakteristik ZnO/SiO₂ yang diperoleh.
3. Memberikan informasi mengenai efektivitas katalis ZnO/SiO₂ dalam mendegradasi zat warna Rhodamin B.