



SINTESIS DAN UJI FOTOKATALITIK KOMPOSIT ZEOLIT ALAM-TiO₂/ZnO/CuO TERHADAP FOTODEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B

RELITA ANUGERAH MAWATI



**DEPARTEMEN KIMIA
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 dan Uji Fotokatalitik Komposit Zeolit Alam-TiO₂/ZnO/CuO terhadap Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B” 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, Juli 2026

Relita Anugerah Mawati
G4401221016

ABSTRAK

RELITA ANUGERAH MAWATI. Sintesis dan Uji Fotokatalitik Komposit Zeolit Alam-TiO₂/ZnO/CuO terhadap Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B. Dibimbing oleh KOMAR SUTRIAH dan SRI MULIJANI.

Pencemaran zat warna sintetis dari limbah industri tekstil berdampak negatif pada lingkungan sehingga diperlukan metode yang efektif, salah satunya adalah fotodegradasi. Penelitian ini bertujuan menyintesis komposit zeolit alam-TiO₂/ZnO/CuO dan menentukan komposisi optimum untuk fotodegradasi rhodamin B. Sintesis dilakukan dengan metode kopresipitasi dan impregnasi menggunakan ragam komposisi 0:100, 50:50, 65:35, 75:25, dan 100:0. Dari karakterisasi XRD terkonfirmasi terbentuknya fase TiO₂, ZnO, CuO, dan diduga adanya fase baru Zn₂TiO₄. Komposisi 75:25 memberikan degradasi tertinggi (63,253%) dan mengikuti kinetika reaksi orde pertama. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa ragam komposisi dan penyinaran berpengaruh nyata pada degradasi rhodamin B. Peningkatan fotodegradasi komposit ini terbukti efektif meningkatkan aktivitas fotokatalis sehingga berpotensi kuat sebagai agen pengolah limbah tekstil.

Kata kunci: fotodegradasi, komposit, rhodamin B, zeolit alam

ABSTRACT

RELITA ANUGERAH MAWATI. Synthesis and Photocatalytic Evaluation of Natural Zeolite-TiO₂/ZnO/CuO Composite for Rhodamine B Dye Photodegradation. Supervised by KOMAR SUTRIAH and SRI MULIJANI.

Synthetic dye pollution from textile industry wastewater causes adverse environmental impacts, necessitating effective treatment methods such as photodegradation. This study aimed to synthesize a natural zeolite-supported TiO₂/ZnO/CuO composite and to determine the optimum composition for the photodegradation of rhodamine B. The composite was synthesized by coprecipitation and impregnation methods using composition ratios of 0:100, 50:50, 65:35, 75:25, and 100:0. X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed the presence of TiO₂, ZnO, and CuO phases and indicated the possible formation of Zn₂TiO₄. The 75:25 composition exhibited the highest degradation efficiency (63.253%), and followed first-order kinetic behavior. ANOVA analysis showed that the catalyst composition and irradiation conditions significantly affected the degradation of rhodamine B. These results demonstrate that the composite effectively enhances photocatalytic activity and has strong potential for textile wastewater treatment applications.

Keywords: composite, natural zeolite, photodegradation, rhodamine B



@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.

© 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 DAN UJI FOTOKATALITIK KOMPOSIT ZEOLIT ALAM-TiO₂/ZnO/CuO TERHADAP FOTODEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B

RELITA ANUGERAH MAWATI

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

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

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

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. Zaenal Abidin, S.Si., M.Agr
2. Dr. Auliya Ilmiawati, S.Si., M.Si
3. Dr. Rudi Heryanto, S.Si., M.Si



Judul Skripsi : Sintesis dan Uji Fotokatalitik Komposit Zeolit Alam-
TiO₂/ZnO/CuO terhadap Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B
Nama : Relita Anugerah Mawati
NIM : G4401221016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Drs. Komar Sutriah, M.Si

Pembimbing 2:
Dr. Dra. Sri Mulijani, M.Si

Diketahui oleh

Ketua Departemen Kimia:
Prof. Dr. Dra. Dyah Iswantini Pradono, M.Sc.Agr
NIP. 196707301991032001

Tanggal Ujian: 26 Juni 2026

Tanggal Lulus:



vi

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan April 2026 ini ialah fotokatalis dan fotodegradasi, dengan judul “Sintesis dan Uji Fotokatalitik Komposit Zeolit Alam-TiO₂/ZnO/CuO terhadap Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Drs. Komar Sutriah, M.Si. dan Dr. Dra. Sri Mulijani, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Riska dan Bapak Mail selaku Pranata Laboratorium dan kak Rohmat selaku Laboran Kimia Anorganik IPB yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua tercinta, yaitu Bapak Entuy Suryana dan ibu Lilis Suryani, teteh Rismawati serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada Kimia 59, rekan seperjuangan saya Ramadian Herta Putra, kak Fendy, Wilda Na Mora, Ai Ninda, Smanjat 59 dan rekan-rekan saya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu, memberikan masukan, saran, motivasi, dan dukungan moral, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian serta karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Relita Anugerah Mawati



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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.4 Analisis Data	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Komposit TiO ₂ /ZnO/CuO	9
3.2 Zeolit Alam Teraktivasi	11
3.3 Komposit TiO ₂ /ZnO/CuO Berbasis Zeolit alam Teraktivasi dengan Ragam Komposisi	12
3.4 Panjang Gelombang Serapan Maksimum Pewarna Rhodamin B	14
3.5 Kurva Standar Pewarna Rhodamin B	15
3.6 Fotodegradasi Pewarna Rhodamin B pada Ragam Komposisi Zeolit Alam-TiO ₂ /ZnO/CuO	16
3.7 Kinetika Reaksi Fotodegradasi Rhodamin B	22
3.8 Signifikansi Perbedaan Fotodegradasi Rhodamin B pada Berbagai Perlakuan	25
3.9 Difraktogram Zeolit Alam-TiO ₂ /ZnO CuO dengan Komposisi Terbaik	26
IV SIMPULAN DAN SARAN	33
4.1 Simpulan	33
4.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	61



DAFTAR TABEL

2.1	Ragam komposisi zeolit alam : $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$ (% b/b)	6
3.1	Bobot prekursor dan rendemen komposit $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	10
3.2	Bobot akhir impregnasi zeolit alam dengan $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	14
3.3	Hasil uji kinetika reaksi fotodegradasi rhodamin B	23
3.4	Perhitungan ukuran kristalit menggunakan persamaan Scherer	30

DAFTAR GAMBAR

3.1	Perubahan warna endapan komposit sebelum (a) dan setelah (b) kalsinasi 450°C selama 4 jam	10
3.2	Perubahan warna zeolit alam menggunakan HCl 1 M sebelum (A) dan setelah (B) aktivasi.	12
3.3	Penampakan visual ragam komposisi zeolit alam- $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	13
3.4	Struktur kimia zat warna rhodamin B	14
3.5	Panjang gelombang serapan maksimum rhodamin B	15
3.6	Kurva standar pewarna rhodamin B	16
3.7	Persentase degradasi rhodamin B dengan ragam komposisi dan kondisi uji fotokatalitik	16
3.8	Skema mekanisme fotokatalis $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$ berpendukung zeolit	21
3.9	Mekanisme fotodegradasi TiO_2 , ZnO , dan CuO	22
3.10	Kurva kinetika fotodegradasi orde ke-1 oleh komposit $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	23
3.11	Kurva kinetika fotodegradasi orde ke-1 oleh komposit Zeolit alam- $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	24
3.12	Hasil difraktogram zeolit alam dan komposit $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	39
2	Reaksi dan perhitungan massa prekursor $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$ untuk sintesis	40
3	Perubahan warna larutan $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$ saat proses sintesis	41
4	Perhitungan sintesis zeolit alam dan komposit $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	41
5	Data fotodegradasi rhodamin B tanpa fotokatalis dengan penyinaran	42
6	Data fotodegradasi rhodamin B dengan fotokatalis tanpa penyinaran	43
7	Data fotodegradasi rhodamin B dengan fotokatalis dan penyinaran	45
8	Hasil fotodegradasi rhodamin B setelah koreksi	47
9	Data kinetika fotodegradasi komposit $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	48
10	Data kinetika fotodegradasi Zeolit alam- $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{CuO}$	50
11	Kurva dari masing-masing hasil pengujian kinetika reaksi	52
12	Hasil uji Anova <i>two ways</i> dengan replikasi	53
13	Hasil uji anova <i>single factor</i>	54
14	Hasil Interpretasi difraktogram	55
15	Perhitungan ukuran kristalit	60
16	Perhitungan kristalinitas	60