

**DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B MENGGUNAKAN  
SINTESIS FOTOKATALIS  $ZnO/NiFe_2O_4$  DAN DIAPLIKASIKAN  
PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

**OLEH :**

**Tri Mawarni  
0617 4042 1556**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**DEGRADASI ZAT WARNA RHODAMIN B MENGGUNAKAN  
SINTESIS FOTOKATALIS  $ZnO/NiFe_2O_4$  DAN DIAPLIKASIKAN  
PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PULP DAN KERTAS**

OLEH :

Tri Mawarni  
0617 4042 1556

Pembimbing I,



**Ir. Fadarina HC, M.T.**  
NIDN 0015035810

Palembang, Agustus 2021  
Pembimbing II,



**Dr. Martha Aznury, M.Si.**  
NIDN 0019067006

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



**Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.**  
NIP 196209041990031002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139  
Telp.0711-353414. Fax 355918. Email: [kimia@polsri.ac.id](mailto:kimia@polsri.ac.id)

**Telah Diseminarkan di hadapan Tim Penguji  
di Program Diploma IV - Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
pada tanggal 28 bulan Juli tahun 2021**

**Tim Penguji :**

1. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.  
NIDN 0023106402
2. Ir. Mustain, M.Si.  
NIDN 0018066113
3. Idha Silviyati, S.T., M.T.  
NIDN 0029077504

**Tanda Tangan**

(  )  
(  )  
(  )

Palembang, Agustus 2021  
Mengetahui,  
Koordinator Program Diploma IV  
Prodi Teknologi Kimia Industri



Ir. Robert Junaldi, M.T.  
NIP 196607121993031003



## RINGKASAN

### Degradasi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Sintesis Fotokatalis ZnO/NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan Diaplikasikan pada Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas

---

(Tri Mawarni, 40 Halaman, 11 Tabel, 12 Gambar, 4 Lampiran)

Limbah industri pulp dan kertas memiliki dampak negatif bagi kehidupan akuatik. Warna pada air limbah pulp dan kertas merupakan senyawa yang terdiri dari ekstraktif kayu, pewarna sintesis lignin, dan produk degradasi yang terbentuk karena khlorin pada lignin. Rhodamin B merupakan bahan kimia yang memiliki ikatan dengan khlorin yang hal ini membuat Rhodamin B dan khlorin memiliki bahaya yang sama yaitu dapat bersifat toksik pada tubuh manusia. Salah satu metode untuk pengolahan zat limbah zat warna adalah menggunakan fotokatalis. Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan fotokatalis ZnO, NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, dan ZnO/NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> yang optimal dalam penurunan konsentrasi zat warna Rhodamin B serta menghitung kinetika fotodegradasinya. Fotokatalis dengan berat 100 mg dimasukkan ke dalam 25 ml larutan Rhodamin B dan limbah cair pulp dan kertas selama waktu (0-120 menit) dengan penyinaran lampu LED dan sinar matahari. Hasil yang didapatkan setelah proses fotodegradasi di analisa menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Fotokatalis yang dihasilkan dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscopic* (SEM). Dari hasil karakterisasi dengan XRD fotokatalis menunjukkan fasa struktur heksagonal wurtzite sedangkan NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> menunjukkan struktur kubik spinel dan hasil karakterisasi SEM menunjukkan fotokatalis ZNi-2 menunjukkan tingkat aglomerasi yang tinggi dan morfologi permukaan yang berbeda. Hasil analisa Spektrofotometer UV-Vis diketahui fotokatalis ZNi-2, dengan penyinaran lampu LED yang paling efektif dalam penurunan konsentrasi zat warna Rhodamin B, kadar lignin dan nilai COD pada limbah pulp dan kertas. Didapatkan Kinetika fotodegradasi pada penyinaran lampu LED mengikuti kinetika orde satu dengan nilai k sebesar 0,250/s, begitupun pada penyinaran sinar matahari mengikuti kinetika orde satu dengan nilai k sebesar 0,244/s.

**Kata Kunci : Fotokatalis, ZnO, NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Rhodamin B**

## ABSTRACT

### **Degradation of Rhodamine B Using ZnO/NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Photocatalysts and Applied to Industrial Liquid Waste Pulp and Paper**

---

**(Tri Mawarni, 40 Pages, 11 Tables, 12 Figures, 4 Attachments)**

Pulp and paper industry waste harms aquatic life. The color of pulp and paper wastewater is a compound consisting of wood extractives, lignin synthetic dyes, and degradation products formed due to chlorine in lignin. Rhodamine B is a chemical that has a bond with chlorine which makes Rhodamine B and chlorine have the same danger that can be toxic to the human body. One method for the treatment of color waste substances is to use photocatalysts. The goal of the study was to obtain optimal ZnO, NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, and ZnO/ NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> photocatalysts in decreasing the concentration of Rhodamine B color substances and calculate their photodegradation kinetics. Photocatalyst weighing 100 mg is put into 25 ml of Rhodamine B solution and liquid waste of pulp and paper over time (0-120 minutes) with the irradiation of LED lights and sunlight. The results obtained after the photodegradation process were analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The resulting photocatalysts are characterized by X-Ray Diffraction (XRD) and Microscopic Electron Scanning (SEM). The results of characterization with XRD photocatalyst shows the phase of the hexagonal structure of wurtzite while NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> shows the cubic structure of spinel and the results of SEM characterization show photocatalyst ZNi-2 showing high levels of agglomeration and different surface morphology. The results of the ANALYSIS of UV-Vis Spectrophotometers are known ZNi-2 photocatalysts, with the most effective Irradiation of LED lights in decreasing the concentration of rhodamine B color substances, lignin levels, and COD values in pulp and paper waste. Obtained kinetic photodegradation in the irradiation of LED lights follows the kinetics of the order one with  $k = 0.250 / s$ , as well as in the irradiation of sunlight following the kinetics of the order one with  $k = 0.244 / s$ .

**Keywords: Photocatalyst, ZnO, NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Rhodamine B**

## **MOTTO**

**“ Man Shabara Zhafira”**  
(Barang siapa bersabar pasti akan beruntung)

**“MAKA SESUNGGUHNIA BERSAMA KESULITAN ITU ADA  
KEMUDAHAN. SESUNGGUHNIA BERSAMA KESULITAN ITU ADA  
KEMUDAHAN.”**  
(QS Al Insyirah 5-6)

**“Be Patient and Tough, Someday This Pain Will be Useful to You”**  
“Bersabar dan Tegar, Suatu Saat Rasa Sakit ini Akan Berguna Untukmu”  
(Ovid)

**“Sesungguhnya Tidak Ada Kemudahan Kecuali Allah  
Jadikan Mudah”**  
(Tri Mawarni)

Kupersembahkan Untuk :

- Orangtuaku
- Kakak-kakakku
- Sahabat-sahabatku
- Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah member rahmat, karunia-Nya, sehinggal penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Degradasi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Sintesis Fotokatalis ZnO/NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan Diaplikasikan pada Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas”**. Penulisan laporan ini dilakukan guna untuk memenuhi sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Diploma IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan laporan ini penulis dapat menerapkan ilmu-ilmu yang didapatkan semasa kuliah. Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Carlos RS, S.T, M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ahmad Zikri, S.T, M.T., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri.
6. Bapak Ir. Muhammad Taufik, M.Si., selaku kepala Laboratorium Analisa Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ibu Ir. Fadarina HC. M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Ibu Dr. Martha Aznury, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Teknik Kimia Prodi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Bapak/Ibu Staf Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu selama penelitian berlangsung.

11. Orang tua penulis, Ibu dan Bapak yang senantiasa mendoakan, memberi semangat dan mendukung dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
12. Kakak-kakak penulis, Sery Wahyuni dan Ayu Lestari yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman seperjuangan 8KIA angkatan 2017 yang senantiasa saling mendukung dan member semangat satu sama lain dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
14. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan, baik berupa saran, doa, maupun dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan didalam penulisan laporan ini, baik dari isi, materi, maupun cara-cara pembahasannya dikarenakan keterbatasan pengetahuan serta ilmu yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Palembang, Juli 2021

Penulis



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Limbah Industri Pulp dan Kertas .....	6
2.2 Zat Warna Rhodamin B.....	7
2.3 Fotokatalis .....	8
2.3.1 Oksida Seng (ZnO).....	8
2.3.2 Nikel Ferit Oksida (NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ).....	8
2.4 Metode Ko-Presipitasi .....	9
2.5 Fotodegradasi .....	10
2.6 Analisis Karakterisasi.....	12
2.7 Kinetika Fotodegradasi .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan .....	14
3.2.1 Alat yang Digunakan.....	14
3.2.2 Bahan yang Digunakan .....	15
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	15
3.4 Pengamatan .....	16
3.5 Prosedur Percobaan .....	16
3.6 Diagram Balok Prosedur Percobaan .....	20

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	25
4.1.1 Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Berdasarkan Pengaruh Konsentrasi Zat Warna .	22
4.1.2 Penentuan Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Berdasarkan Pengaruh Waktu Kontak .....	23
4.1.3 Kinetika Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B .....	23
4.1.4 Aplikasi Fotokatalis pada Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas .....	24
4.2 Pembahasan.....	26
4.2.1 Karakterisasi Fotokatalis dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)...	25
4.2.2 Karakterisasi Fotokatalis dengan <i>Scanning Electron</i> (SEM).	27
4.2.3 Pengaruh Degrdasi Zat Warna Rhodamin B terhadap Konsentrasi Zat Warna.....	29
4.2.4 Pengaruh Degrdasi Zat Warna Rhodamin B terhadap Waktu Kontak pada Fotokatalis ZNi-2 .....	30
4.2.5 Kinetika Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B .....	31
4.2.6 Penurunan Kadar Polutan pada Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas .....	34
4.2.7 Perbandingan Penelitian.....	35

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	41
-----------------------	----

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Pulp dan <i>Paper</i> .....	7
4.1 Data Hasil Fotodegradasi Rhodamin B.....	22
4.2 Data Hasil Fotodegradasi Rhodamin B dengan Penyinaran Lampu LED.....	23
4.3 Data Hasil Fotodegradasi Rhodamin B dengan Penyinaran Sinar Matahari...	23
4.4 Data Kinetika Fotodegradasi Rhodamin B dengan Lampu LED.....	23
4.5 Data Kinetika Fotodegradasi Rhodamin B dengan Sinar Matahari.....	24
4.6 Hasil Analisa Sampel Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas.....	24
4.7 Hasil Karakterisasi EDS Nanopartikel ZNi-2.....	28
4.8 Parameter Kinetika Fotodegradasi Penyinaran Lampu LED.....	32
4.9 Parameter Kinetika Fotodegradasi Penyinaran Sinar Matahari.....	33
4.10 Perbandingan Penelitian Sekarang dan Sebelumnya.....	35

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Struktur Molekul Rhodamin B .....	7
2.2 Mekanisme umum fotodegradasi menggunakan bahan semikonduktor...	10
3.1 Diagram Balok Prosedur Percobaan Sintesis Fotokatalis.....	20
3.2 Diagram Balok Karakterisasi dan Aplikasi Fotokatalis .....	21
3.3 Uji Reaksi Fotokatalis Menggunakan Lampu LED .....	21
4.1 Pola XRD dari ZnO, NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , ZNi-1, ZNi-2, dan ZNi-3 .....	25
4.2 Struktur Kristal (a) ZnO dan (b) NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .....	21
4.3 Morfologi pada (a) ZnO, (b) NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , dan (c) ZNi-2 .....	27
4.4 Grafik %Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna Terhadap Konsentrasi Rhodamin B .....	29
4.5 Kurva Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna Rhodamiin B terhadap Pengaruh Waktu Kontak .....	31
4.6 Kurva Persamaan Diferensial .....	32
4.7 Grafik %Efektivitas Penurunan Kadar Lignin Limbah Cair Pulp dan Kertas Menggunakan Fotokatalis ZNi-2 .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran A .....	41
Lampiran B.....	58
Lampiran C.....	77
Lampiran D .....	80