

SKRIPSI

PENGARUH SUMBER CAHAYA DAN WAKTU KONTAK UNTUK FOTODEGRADASI LIGNIN PADA LIMBAH INDUSTRI *PULP* DAN KERTAS MENGGUNAKAN FOTOKATALIS $\text{ZnO-NiFe}_2\text{O}_4$



**Diusulkan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Seminar Hasil Skripsi Program Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri**

Oleh:

Nursilvia Syahnaz 0622 4042 2542

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN JUDUL TUGAS AKHIR (TA)

Nama : Nursilvia Syahnaz
NPM : 062240422542
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / D4 Teknologi Kimia Industri
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak untuk Fotodegradasi Lignin
pada Limbah Industri Pulp dan Kertas Menggunakan Fotokatalis
 $\text{ZnO/NiFe}_2\text{O}_4$

Palembang, 22 Juni 2026

Tim Pembimbing:

Pembimbing I,



Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211999032001

Pembimbing II,



Linda Ekawati, S.Si., M.Sc.
NIP 199407132023212042

Mengetahui,
Ketua Jurusan



TAHDID, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH SUMBER CAHAYA DAN WAKTU KONTAK UNTUK FOTODEGRADASI LIGNIN PADA LIMBAH INDUSTRI *PULP* DAN KERTAS MENGGUNAKAN FOTOKATALIS $\text{ZnO-NiFe}_2\text{O}_4$

Oleh :

Nursilvia Syahnaz

0622 4042 2542

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NUPTK 2953751652230102

Pembimbing II

Linda Ekawati, S.Si., M.Sc
NUPTK 7045772673230243

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia



Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211999032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414

Laman: <https://polsri.ac.id>, Pos El : d4industri@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Hari Selasa Tanggal 30 Juni 2026

Tim Penguji:

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S.
NUPTK. 0355749650130103

()

2. Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.
NUPTK. 7335772673230253

()

3. Isnandar Yunanto, S.S.T., M.T.
NUPTK. 4444770671130292

()

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211999032001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN,
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

PROGRAM STUDI DIV TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414

Laman : <https://polsri.ac.id>, Pos El : d4industri@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nursilvia Syahnaz

NPM : 062240422542

Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi dengan judul **“Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak untuk Fotodegradasi Lignin pada Limbah Industri Pulp dan Kertas Menggunakan Fotokatalis $ZnO-NiFe_2O_4$ ”** tidak mengandung unsur **“PLAGIAT”** sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2026

Pembimbing I,

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NUPTK. 2953751652230102

Penulis.



Nursilvia Syahnaz
NPM 062240422542

Pembimbing II,

Linda Ekawati, S.Si., M.Sc.
NUPTK. 7045772673230243



MOTTO

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya”
– (QS. Yasin : 40)

“Fa inna Ma’al ‘usri yusra, inna ma’al ‘usri yusra – Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” – (QS. Al-Insyirah : 5-6)

“Dibalik skripsi ini ada waktu yang terus diatur agar ilmu dan uang dapat sejalan, ada air mata, doa-doa dan kesabaran yang tak terhitung jumlahnya – karena saya yakin Allah SWT tidak membebankan seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya” – Nursilvia Syahnaz

ABSTRAK

Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak untuk Fotodegradasi Lignin pada Limbah Industri *Pulp* dan Kertas menggunakan Fotokatalis ZnO-NiFe₂O₄

(Nursilvia Syahnaz, 76 halaman, 21 tabel, 19 gambar)

Industri *pulp* dan kertas memegang peran penting dalam perekonomian, namun industri ini menjadi penyumbang limbah cair dalam volume besar dengan karakteristik kimia yang kompleks. Sebagai alternatif yang lebih efektif dan ramah lingkungan, pemanfaatan teknologi fotokatalis salah satunya ZnO-NiFe₂O₄ dapat mendegradasi polutan organik dan anorganik yang berbahaya bagi lingkungan. fotokatalis ZnO-NiFe₂O₄ disintesis dengan metode ko-presipitasi melalui proses pengendapan, pencampuran dan pengujian aktivasi fotokatalis dengan variasi sumber cahaya (tanpa cahaya, cahaya matahari, cahaya lampu UV dan cahaya lampu LED) selama waktu kontak 0, 60, 120 dan 180 menit. Hasil karakteristik fotokatalis ZnO-NiFe₂O₄ menunjukkan struktur kristal *heksagonal wurtzite – cubic spinel* dengan ukuran kristal 11,86 nm serta adanya ikatan Fe–O, Ni–O, dan Zn–O yang merupakan karakteristik utama nanokomposit ZnO–NiFe₂O₄. Dalam mengevaluasi pengaruh fotokatalis ZnO-NiFe₂O₄, dilakukan analisis konsentrasi lignin dengan spektrofotometri UV-Vis, analisis nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) serta nilai pH. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar lignin dengan efektivitas degradasi sebesar 91,94 % dan penurunan COD sebesar 60,86% pada variasi penyinaran cahaya UV 20 watt dalam waktu kontak 120 menit.

Kata Kunci : fotokatalis, ZnO-NiFe₂O₄, fotodegradasi lignin, limbah industri *pulp* dan kertas, sumber cahaya, metode ko-presipitasi.

ABSTRACT

The Effect of Light Source and Contact Time on Lignin Photodegradation in Pulp and Paper Industrial Wastewater using ZnO-NiFe₂O₄ Photocatalyst

(Nursilvia Syahnaz, 76 pages, 21 tables, 19 figures)

The pulp and paper industry plays an important role in the economy, yet it contributes a large volume of wastewater with complex chemical characteristics. As a more effective and environmentally friendly alternative, the utilization of photocatalytic technology, specifically using ZnO-NiFe₂O₄, can degrade organic and inorganic pollutants that are hazardous to the environment. The ZnO-NiFe₂O₄ photocatalyst was synthesized via the co-precipitation method through processes of precipitation, mixing, and photocatalytic activation testing under various light sources (dark/no light, sunlight, UV light, and LED light) for contact times of 0, 60, 120, and 180 minutes. The characterization results of the ZnO-NiFe₂O₄ photocatalyst showed a hexagonal wurtzite – cubic spinel crystal structure with a crystal size of 11.86 nm, alongside the presence of Fe-O, Ni-O, and Zn-O bonds, which are the main characteristics of the ZnO-NiFe₂O₄ nanocomposite. To evaluate the effect of the ZnO-NiFe₂O₄ photocatalyst, analyses were conducted on lignin concentration using UV-Vis spectrophotometry, Chemical Oxygen Demand (COD) values, Total Suspended Solids (TSS), and pH values. The results showed a reduction in lignin content with a degradation efficiency of 91.94% and a decrease in COD by 60.86% under 20-watt UV light irradiation 120 minutes contact time.

Keywords : *photocatalyst, ZnO-NiFe₂O₄, lignin photodegradation, pulp and paper industrial wastewater, light source, co-precipitation method.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik. Skripsi yang berjudul “Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak untuk Fotodegradasi Lignin pada Limbah Industri *Pulp* dan Kertas Menggunakan Fotokatalis ZnO-NiFe₂O₄” disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Skripsi Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan dan bimbingan berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu pelaksanaan Penelitian ini, antara lain:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd., selaku Wakil Direktur Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia.
5. Dr. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Kimia Industri dan Dosen Pembimbing I Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
6. Linda Ekawati, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing II Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
7. Keluarga tercinta, Mama Dian Ekawati, Papa Ahmadi Rozali, adik tersayang Nur Febria Azzahra, Muhammad Walid Al-Kautsar dan kakak sepupu yang sudah seperti saudara kandung Nopriyanti Fauzi yang senantiasa memberikan doa, semangat, serta dukungan moral dan material yang tiada henti kepada penulis dalam menyelesaikan proses penelitian dan pelaporan
8. Ridho Rizki Ananda – seseorang yang kehadirannya bagaikan rumah walau tak berbentuk tanah dan bangunan. Terimakasih telah selalu meluangkan waktu, memberikan *support* tenaga, pikiran, materi, moril dan menjadi teman baik, teman berdiskusi, teman berjuang serta teman dalam suka maupun duka dari

awal penulis menginjakkan kaki di bangku perkuliahan hingga sekarang dan semoga sampai seterusnya.

9. Teman-teman yang menjadi bagian dari kisah 4 tahun penulis di Polsri – teman-teman kelas KID angkatan 2022, teman-teman HMJ Teknik Kimia Polsri, teman-teman seperjuangan magang di PT SAP Banyuasin (Wilmar Grup) dan teman-teman MBKM Pusri yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namun akan terkenang selamanya serta teman-teman kelompok penelitian fotokatalis, Vita, Aisyah, Irani dan Anya yang telah menjadi mitra kerja sekaligus teman penulis selama menjalani proses ini bersama.
10. Terakhir, untuk diri saya sendiri – Nursilvia Syahnaz, terimakasih atas segala kerja keras, semangat, dan kesabaran hingga bisa bertahan sejauh ini. Untuk setiap malam yang dihabiskan dengan rasa lelah, terimakasih karena tetap kuat meski berkali-kali ragu dan hampir menyerah. Semoga Allah SWT selalu mempermudah jalanmu dengan cinta-Nya yang tak pernah habis.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada Bapak/Ibu serta rekan-rekan semua. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Luaran Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sejarah Penelitian	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Fotokatalis	9
2.2.2 Prinsip Dasar Fotodegradasi dengan Fotokatalis	9
2.2.3 Sintesis <i>Zinc Oxide</i> (ZnO)	11
2.2.4 Sintesis Nanopartikel ZnO-Nikel Ferrit (NiFe ₂ O ₄)	12
2.2.5 Metode Sintesis Ko-Presipitasi.....	14
2.2.6 Limbah industri <i>Pulp</i> dan Kertas	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat yang Digunakan.....	19
3.2.2 Bahan yang Digunakan.....	20
3.3 Objek dan Variabel Penelitian	21
3.3.1 Objek Penelitian	21
3.3.2 Variabel Penelitian	22
3.4 Prosedur Percobaan	23
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan Baku	23
3.4.2 Sintesis ZnO-NiFe ₂ O ₄	23
3.4.3 Karakterisasi Fotokatalis ZnO-NiFe ₂ O ₄ dengan XRD	24
3.4.4 Karakterisasi Fotokatalis ZnO-NiFe ₂ O ₄ dengan FT-IR ...	25
3.4.5 Uji Aktivitas Fotokatalis ke Limbah.....	26
3.4.6 Analisa Parameter Hasil Fotodegradasi.....	26

3.5	Diagram Alir	28
3.6.1	Sintesis Nanopartikel Seng Oksida (ZnO)	28
3.6.2	Sintesis Nanokomposit ZnO-NiFe ₂ O ₄	29
3.6.3	Uji Aktivitas Fotokatalis	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil Penelitian	32
4.2	Pembahasan	33
4.2.1	Sintesis Nanopartikel Seng Oksida (ZnO)	33
4.2.2	Sintesis Nanokomposit ZnO-NiFe ₂ O ₄	35
4.2.3	Analisa Karakteristik Fotokatalis ZnO-NiFe ₂ O ₄	36
4.2.4	Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Penurunan Konsentrasi Lignin	39
4.2.5	Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Nilai COD	42
4.2.6	Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Nilai pH	44
4.2.7	Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Nilai TSS	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Skema Proses Fotodegradasi dengan Fotokatalis	10
Gambar 2.2 Nilai Celah Pita Energi (<i>Band Gap</i>) Material Semikonduktor.	11
Gambar 2.3 Struktur Spinel Ferrit NiFe_2O_4	13
Gambar 2.4 Struktur Lignin.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Sintesis ZnO dari Zinc Acetate Dihydrate.....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Sintesis Nanokomposit ZnO- NiFe_2O_4	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Uji Aktivitas Fotokatalis	30
Gambar 4.1 Fotokatalis Nanokomposit ZnO- NiFe_2O_4 Hasil Sintesis.....	31
Gambar 4.2 Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) Hasil Sintesis	34
Gambar 4.3 Difraktogram XRD Fotokatalis Nanokomposit ZnO- NiFe_2O_4	37
Gambar 4.4 Spektra FT-IR Fotokatalis Nanokomposit ZnO- NiFe_2O_4	38
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Konsentrasi Lignin.....	40
Gambar 4.6 Grafik Nilai COD sampel limbah setelah proses fotodegradasi	43
Gambar 4.8 Pengaruh Sumber Cahaya dan Waktu Kontak terhadap Nilai TSS .	45
Gambar 4.7 Kondisi Limbah pada Proses Fotodegradasi.....	46
Gambar B.1 Difraktogram Original XRD	58
Gambar B.2 Data Hasil Analisa XRD dengan Aplikasi Origin	60
Gambar B.4 Spektra FT-IR Original.....	62
Gambar B.6 Kurva Kalibrasi Standar Pengukuran Konsentrasi Lignin	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Sejarah Penelitian Fotodegradasi Menggunakan Fotokatalis	7
Tabel 2.2 Karakteristik Air limbah	17
Tabel 2.3 Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri <i>Pulp</i> dan Paper	18
Tabel 3.1 Alat yang Digunakan	19
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan	20
Tabel 4.1 Karakteristik Fotokatalis Nanokomposit ZnO-NiFe ₂ O ₄	32
Tabel 4.2 Analisa Sampel sebelum Proses Fotodegradasi	32
Tabel 4.3 Analisa Sampel setelah Proses Fotodegradasi	33
Tabel A.1 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal ZnO-NiFe ₂ O ₄	52
Tabel A.2 Gugus Fungsi dan Ikatan Kimia pada ZnO-NiFe ₂ O ₄	52
Tabel A.3 Analisa Sampel Sebelum Proses Fotodegradasi	53
Tabel A.4 Analisa Kadar Lignin Sampel Setelah proses Fotodegradasi	53
Tabel A.5 Analisa COD sampel Setelah proses Fotodegradasi	54
Tabel A.6 Analisa Nilai TSS Sampel Setelah proses Fotodegradasi	55
Tabel A.7 Analisa pH Sampel Setelah proses Fotodegradasi	56
Tabel B.1 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal	61
Tabel B.2 Data Absorbansi Kurva Kalibrasi Standar	63
Tabel B.3 Hasil Perhitungan Konsentrasi Lignin (mg/L)	64
Tabel B.4 Hasil Perhitungan Efektivitas Degradasi Lignin (%)	66
Tabel B.5 Hasil Perhitungan Efisiensi Penurunan COD	67
Tabel B.6 Hasil Perhitungan Nilai TSS (mg/L)	69

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA-DATA	52
LAMPIRAN B PERHITUNGAN	57
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN.....	70
LAMPIRAN D SURAT-SURAT	77