

**FOTODEGRADASI ZAT WARNA CONGO RED MENGGUNAKAN
ZnFe₂O₄ YANG DI-COATING PEG-6000**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**

SKRIPSI



**SITI AZIZAH
08031181823019**

**JURUSAN KIMIA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

FOTODEGRADASI ZAT WARNA CONGO RED MENGGUNAKAN ZnFe₂O₄ YANG DICOATING PEG-6000

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya**

Diusulkan Oleh :

Siti Azizah

08031181823019

Indralaya, 18 Juli 2022

Pembimbing I



Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si

NIP. 196808271994022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah Dengan Judul “Fotodegradasi Zat Warna Congo Red Menggunakan Zink Ferrite ($ZnFe_2O_4$) Yang di-coating PEG-6000” Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Pada Tanggal 27 Juni 2022 dan Telah diperbaiki , diperiksa, Serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan

Indaralaya, 18 Juli 2022

Ketua :

1. Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M. Si ()

NIP. 196808271994022001

Anggota

1. Dr. Fatma, M. S ()

NIP. 196207131991022001

2. Dra. Julinar, M. Si ()

NIP. 196507251993032002

Mengetahui,

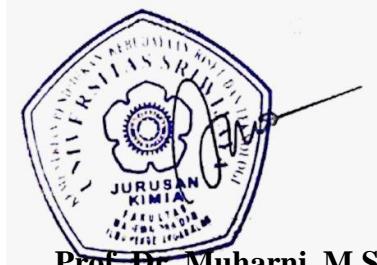
Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Siti Azizah

NIM : 08031181823019

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 pemenuhan 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, 18 Juli 2022

Penulis,



Siti Azizah

NIM. 08031181823019

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

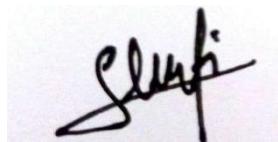
Nama mahasiswa : Siti Azizah
NIM : 08031181823019
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia Jenis
Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,

Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalty non-eksklusif” (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan $ZnFe_2O_4$ Yang di-coating PEG-6000”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Indralaya, 18 Juli 2022

Penulis,



Siti Azizah

NIM. 08031181823019

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua
tercinta, Padek dan Madek, ketulusan hati serta doa dari
Padek dan Madek yang mampu membuat saya bertahan
menyelesaikan Program Studi S1 Kimia*

إِنَّ كَفْرَتُمْ وَلِيْنْ لَا زِيْدَنَّكُمْ شَكْرَتُمْ لِيْنْ رَبُّكُمْ تَأْذَنَ وَإِذْ
لَشَدِيْدٌ عَذَابٍ

(QS. Ibrahim [14]: 7)

*Barang siapa yang bersungguh-sungguh berjalan pada jalannya maka
pasti ia akan sampai pada tujuannya*

*Bukanlah kesabaran jika masih mempunyai batas dan bukanlah
keikhlasan jika masih merasakan sakit*

*Hiduplah seperti akar, ikhlas memberikan segalanya Meski terkadang
sang pohon tak pernah melihatnya*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Fotdegradasi Zat Warna Congo Red Menggunakan ZnFe₂O₄ Yang Dicoating PEG-6000” Skripsi ini dibuat sebagai persyaratan agar dapat memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Dalam hal ini, penulis sangat berterima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu **Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si** yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu sehat, sukses selalu dan diberkahi Allah SWT. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya sebagai Lembaga Pendidik yang mendidik penulis hingga mencapai gelar sarjana sains. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya dari hati yang paling dalam kepada:

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, menuntun ke jalan yang benar, meberikan kesabaran, ketabahan dalam menghadapi permasalahan yang saya hadapi.
2. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir penyusunan skripsi ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk setiap bimbingan, waktu dan kesabaran yang ibu berikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan kemudahan dalam proses perkuliahan.
4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan kemudahan dalam proses perkuliahan penulis menyertujui
5. Ibu Dra. Fatma, M.S dan Ibu Dra. Julinar. M.Si selaku dosen penguji tugas akhir saya
6. Siti Azizah, teruntuk diriku sendiri terima kasih mampu bertahan menghadapi perjuangan yang tidak mudah ini. Terima kasih tetap bersyukur, sabar dan ikhlas menerima ketetapan yang sudah ditakdirkan.

7. Kedua Orang Tua saya Padek dan Madek yang selalu mendoakan setiap langkah anak-anaknya, yang telah memberikan kasih sayang dengan setulus hati, mengajarkan apa arti ikhlas menghadapi keadaan, selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat, dan yang selalu mau mendengarkan keluh kesah, curhatan yang tidak penting dari kami anak-anaknya
8. My Uni Two yang sedang berjuang memperoleh gelas Ph.D, dan sedang menghadapi pedihnya realita omongan tetangga kkwkw. Terima kasih untuk My Uni Two yang selalu ada, siap siaga menyenangkan hati Adiak yang dilema karena Cinta hehehe. Uni yang selalu setia mengangkat VC kegabutan, mendengarkan semua keluh kesah dan yang selalu memberikan saran yang logis, actual dan terpecaya. Terima kasih Uni, disaat dunia uni juga sedang tidak baik-baik saja tetapi uni selalu ada untuk Adiak. Semoga perjuangan uni dalam mencapai cita-cita segera terbayarkan.
9. My Uni One yang selalu meberikan punya uni untuk Adiak. Terima kasih karena uni selalu pasrah jika semua barang-barang uni Adiak bawa ke kosan. Untuk My Uni One semoga Allah lancarkan terus rezekinya.
10. Teman – teman ku Independent Women yang selalu ada mendengarkan keluh kesah percintaan yang tidak ada ujung, terima kasih selelu mau mendengarkan tanpa banyak tanya dan koment, terima kasih selalu menjadi pendengar yang baik. Terimah kasih karena kalian selalu menjadi tempat pulang yang paling nyaman
11. Mamongku yang Tercinta, terima kasih sudah menjadi bagian dalam hidupku selama empat tahun di sini. Pertemanan kita 4 tahun melukiskan banyak cerita, suka, duka, wacana. Teruntuk mamongku tersayang semoga kelak walaupun kitakan terpisahkan oleh waktu dan jarak semoga pertemanan kita tetap awet sampai tua. Teruntuk temannku yang saat ini masih berjuang, tetap kuat ya, jangan kalah sama diri sendiri. Semuanya pasti akan berakhir dengan bahagia
12. Nurhidayah, teman senasib seperjuangan, sering dibilangi dua bocah kecil, satu PA dan satu Ta. Terima kasih telah bersamai perjungan selama ini, perjuangan panjang dengan berbagai kisah pilu yang tak pernah terucap dengan lisan karena harus tertahan didalam batin untuk tidak menyerah

13. Apip terima kasih telah menjadi teman setia selama 4 tahun, dimana kita bisa membuktikan bahwa perteman yang lama tetap bertahan menjadi teman sampai akhir. Banyak kisah kasih yang mungkin tak akan pernah terucap karena sudah menjadi takdirnya begitu adanya
14. Ikki dan Dwi, terima kasih karena kalian datang diwaktu yang tepat. Terima kasih telah membuat hari yang suram menjadi cerah kembali.
15. Ghifar, Rijal, dan Alvin terima kasih telah menjadi teman cerita yang sangat menyenangkan selama ini. Walaupun garing tapi tetap asik
16. Sahrul, terima kasih telah menjadi teman yang sangat baik. Terima kasih atas perhatian dan kepeduliannya selama ini, walaupun pertemanan kita melukiskan banyak cerita yang rumit untuk diceritakan.
17. Kentut terjepit, yang selalu ada kalau di ajak kumpul-kumpul, teman sepergibahan, senasib seperjuangan
18. Ani Sarah Kating 16 yang membuat saya hampir keluar dari Kimia karena drama kekana-kanakan yang lucu sekali. Terima kasih kak dramamu meninggalkan memori yang tak akan pernah terlupakan
19. Semua teman-teman Kimia 18, Kak Iin, Mba Novi, Ibu Yanti, Ibu Nur, Ibu Niar yang telah banyak membantu perkuliahan penulis selama ini
20. Kucingku tercinta, luca, meky, kuciang abang, dan mantan-mantan kucingku lainnya, terima kasih telah menjadi tempat pelampiasan yang setia mendengarkan semua keluh kesah penulis
21. Terima kasih teman - teman TA lab analis dan lab anorganik yang selalu menemani saat lembur

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dalam hal pengetahuan dan pengalaman pada topik yang diangkat dalam skripsi ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca agar kedepannya skripsi ini dapat lebih padat ilmu dan bermanfaat bagi pembaca dan bagi kita semua

Indralaya, 18 Juli 2022
Penulis

Universitas Sriwijaya

SUMMARY

PHOTODEGRADATION OF CONGO RED DYES USING ZINC FERRITE COATED PEG-6000

Siti Azizah : Supervised by Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sriwijaya University

Xi + 55 pages, 2 tables, 18 figures, 14 Attachments

ZnFe₂O₄ is a ferrite compound, it is classified as a heterogeneous catalyst and can be used to degrade pollutant pollutants in the environment. The advantage of using ZnFe₂O₄ as a catalyst is that the catalyst can be easily separated from the solution using a permanent magnet after the photodegradation process. This study aims to synthesize ZnFe₂O₄ coated with PEG-6000 by coprecipitation method, and its application to reduce the concentration of congo red dye. The synthesized ZnFe₂O₄ was characterized using XRD, SEM-EDX, VSM, UV-Vis

Photodegradation variables include dye concentration, photocatalyst mass, and type of salt. Carbon content was analyzed using Total Organic Carbon (TOC). The results of the diffractogram using XRD ZnFe₂O₄, a sharp peak was observed at an angle (2θ) of 35.23° with a crystal size of 9.14 nm. SEM-EDX obtained that the morphology looks heterogeneous with an irregular surface. The composition analysis results using EDS obtained the type and mass percentage, namely the elements Zn (21.60%), Fe (37.28%), and O 29.56%. The magnetization value of ZnFe₂O₄ is 59.58 emu/g. ZnFe₂O₄ has a bandgap of 1.9 eV. The pH_{pzc} ZnFe₂O₄ value was obtained at pH 5.96.

The best condition for reducing congo red dye was obtained at a concentration of 20 mg/L, a mass of ZnFe₂O₄ 0.035 g, and the addition of salt using NaCl salt with effectiveness of 91.27%. The TOC analysis showed a decrease in the carbon content of 89.20%.

Keyword : Photodegradation, Zinc Ferrite, Congo Red, PEG-6000

Citation : 47 (1999 – 2021)

RINGKASAN

FOTODEGRADASI ZAT WARNA CONGO RED MENGGUNAKAN **ZnFe₂O₄ YANG DI-COATING PEG-6000**

Siti Azizah : dibimbing oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pegetahuan Alam. Universitas Sriwijaya
Xi + 55 halaman, 2 tabel, 18 gambar, 14 lampiran

ZnFe₂O₄ merupakan senyawa ferit, bersifat magnetik dan tergolong katalis yang dapat digunakan untuk mendegradasi polutan organik di lingkungan. Kelebihan menggunakan ZnFe₂O₄ sebagai katalis adalah setelah proses fotodegradasi, fotakatalis dapat dengan mudah dipisahkan dari larutan menggunakan magnet permanen. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000 dengan metode kopresipitasi, dan aplikasinya untuk menurunkan konsentrasi zat warna *congo red*. ZnFe₂O₄ hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDX, VSM, UV-Vis

Variabel fotodegradasi meliputi konsentrasi zat warna, massa fotokatalis, dan jenis garam. Kandungan karbon dianalisis menggunakan Total *Organic Carbon* (TOC). Hasil difraktogram menggunakan XRD ZnFe₂O₄, teramati puncak yang tajam pada sudut (2θ) yaitu 35.23° dengan ukuran kristal 9,14 nm. Hasil SEM-EDX diperoleh morfologi tampak heterogen dengan permukaan yang tidak beraturan. Hasil analisis komposisi unsur menggunakan EDS diperoleh jenis dan persen massa yaitu unsur Zn (21,60%), Fe (37,28%), dan O 29,56%. Nilai magnetisasi ZnFe₂O₄ sebesar 59,58 emu/g. ZnFe₂O₄ memiliki band gab sebesar 1,9 eV.

Nilai pH_{pzc} ZnFe₂O₄ diperoleh pada pH 5,96. Kondisi terbaik untuk penurunan zat warna *congo red* diperoleh pada konsentrasi 20 mg/L, masa ZnFe₂O₄ 0,035, dan penambahan garam menggunakan garam NaCl dengan efektifitas penurunan zat warna sebesar 91,27%. Hasil analisis TOC menunjukkan adanya penurunan kandungan karbon sebesar 89,20%.

Kata kunci : Fotodegradasi, ZnFe₂O₄, *Congo Red*, PEG-6000

Kutipan : 47 (1999 – 2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	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	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Zat Warna Azo	5
2.2 Zat Warna <i>Congo Red</i>	5
2.3 Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	6
2.4 Nanopartikel ZnFe ₂ O ₄	8
2.5 Polyethylene Glycol (PEG).....	9
2.6 Karakterisasi.....	10
2.6.1 <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	10
2.6.2 <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectrometry (SEM-EDX)</i>	11
2.6.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	12
2.6.4 <i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance (UV-VIS DRS)</i>	13

2.6.5 <i>Total Organik Carbon</i> (TOC)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Sintesis ZnFe ₂ O ₄	17
3.3.2 Karakterisasi	17
3.3.2.1 XRD	17
3.3.2.2 SEM-EDX	17
3.3.2.3 VSM	17
3.3.2.4 UV-VIS DRS	18
3.3.3 Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i>	18
3.3.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi	18
3.3.4.1 Pembuatan Larutan Stok Standar <i>Congo Red</i> 1000 mg/L	18
3.3.4.2 Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	18
3.3.5 Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	19
3.3.5.1 Pengaruh Konsentrasi Zat Warna	19
3.3.5.2 Pengaruh Berat ZnFe ₂ O ₄	19
3.3.5.3 Pengaruh Penambahan Jenis Garam	19
3.3.5.4 Pengukuran <i>Total Organik Carbon</i> (TOC)	20
3.3.6 Analisis Data	20
BAB IV PEMBAHASAN	22
4.1 Sintesis ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000	22
4.2 Karakterisasi Material	22
4.2.1 Hasil Karakterisasi ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000 dengan XRD	23
4.2.2 Hasil Karakterisasi ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000 dengan SEM-EDX	24
4.2.3 Hasil Karakterisasi ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000 dengan VSM.....	26

4.2.4 Hasil Karakterisasi ZnFe ₂ O ₄ yang di- <i>coating</i> PEG-6000 dengan dengan UV-VIS DRS	26
4.3 Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) ZnFe ₂ O ₄ yang di- <i>coating</i> PEG-6000	28
4.4 Penentuan Kondisi Terbaik Degradasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	29
4.4.1 Pengaruh Konsentrasi Zat Warna	29
4.4.2 Pengaruh Variasi Berat ZnFe ₂ O ₄	30
4.4.3 Pengaruh Penambahan Jenis Garam	30
4.4.4 Pengukuran <i>Total Organic Karbon</i> (TOC)	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Zat Warna <i>Congo Red</i>	5
Gambar 2. Mekanisme Reaksi Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	7
Gambar 3. Struktur $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	9
Gambar 4. Pola XRD $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	11
Gambar 5. Hasil SEM yang Dipanaskan Pada Suhu: (a) $400^{\circ}C$ (b) $500^{\circ}C$	112
Gambar 6. Kurva Histerisis (a) PEG- $ZnFe_2O_4$ (b) CTAB- $ZnFe_2O_4$	13
Gambar 7. Energy Celah Pita Optik $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000.....	14
Gambar 8. Hasil Sintesis $ZnFe_2O_4$ Diuji Dengan Medan Eksternal	222
Gambar 9. Hasil Difraktogram XRD $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	23
Gambar 10. Morfologi Permukaan $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000 ..	24
Gambar 11. Morfologi Permukaan $ZnFe_2O_4$ dengan Perbesaran yang Berbeda-beda	25
Gambar 12. Spektrum EDX $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	25
Gambar 13. Kurva Histeresis $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	27
Gambar 14. Grafik Celah Pita Energi	28
Gambar 15. Hasil pengukuran pH _{pzc} $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000	28
Gambar 16. Kurva Pengaruh Kosentrasi Zat Warna	29
Gambar 17. Kurva Pengaruh Berat $ZnFe_2O_4$ yang di-coating PEG-6000 .	30
Gambar 18. Histogram Pengaruh Jenis Garam	31

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Data unsur-unsur penyusun ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000	26
Tabel 2. <i>Total Organik Carbon</i> (TOC)	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	39
Lampiran 2. Data Difraksi XRD ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000	40
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM EDS ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000	42
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Menggunakan VSM ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000	44
Lampiran 5. Hasil karakterisasi menggunakan UV-Vis DRS ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000.....	45
Lampiran 6. Data Analisa pH Point Zero Charge (pHpzc)	47
Lampiran 7. Penetuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Congo Red</i>	48
Lampiran 8. Kurva Kalibrasi Larutan Standar <i>Congo Red</i>	49
Lampiran 9. Kondisi Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan ZnFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Konsentrasi Sebelum Penyinaran	50
Lampiran 10. Kondisi Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan ZnFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Konsentrasi Setelah Penyinaran	51
Lampiran 11. Kondisi Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan ZnFe ₂ O ₄ yang di-coating PEG-6000 Terhadap Pengaruh Berat ZnFe ₂ O ₄	52
Lampiran 12. Kondisi Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan ZnFe ₂ O ₄ di-coating PEG-6000 Terhadap Pengaruh Jenis Garam	53
Lampiran 13. Hasil Pengujian Total Organic Carbon (TOC)	54
Lampiran 14. Lampiran Gambar Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan industri tekstil yang menggunakan zat warna menyebabkan semakin banyak air limbah yang belum terolah dibuang ke lingkungan (Li *et al.*, 2012). Air limbah hasil industri tekstil memerlukan penanganan khusus sebelum dibuang ke lingkungan (Hasanah dkk., 2018). Pada umumnya, limbah cair yang mengandung zat warna merupakan senyawa organik dengan struktur aromatik yang sulit terdegradasi (Ayu dkk., 2015) dan bersifat non biodegradable (Christina dkk., 2007). Limbah cair zat warna dapat merusak keseimbangan ekosistem yang ditandai dengan matinya organisme perairan (Nugroho dan Fajriati., 2017) hal ini disebabkan polutan dari pewarna mengurangi penyerapan sinar matahari di dalam air. Pada manusia, zat beracun dari limbah cair zat warna dapat menyebabkan mutagenisitas, karsinogenisitas dan disfungsi beberapa organ termasuk ginjal, hati dan sistem reproduksi (Oliveira *et al.*, 2020).

Limbah zat warna pada dasarnya dapat terurai secara alami dengan bantuan sinar matahari, namun reaksinya membutuhkan waktu yang relatif lama karena intensitas sinar UV yang relatif rendah menuju permukaan bumi (Al-Kdasi dkk., 2004). Thomas (2007) menyatakan, zat warna organik yang diproduksi di industri tekstil diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu zat warna azoic dan zat warna antrakuinon. Zat warna *azoic* memiliki ikatan azo ($N = N$) yang terikat pada cincin aromatik atau heterosiklik, dan zat warna antrakuinon adalah turunan dari antrakuinon yang tersubstitusi dan memiliki dua gugus karbonil ($C = O$) dalam strukturnya. *Congo red* salah satu bagian dari zat warna *azo* dengan struktur kimia yang kompleks dan berat molekul yang tinggi (Tapalad *et all.*, 2008) sehingga dalam lingkungan perairan dapat merusak lingkungan (Saraswati dkk, 2015) karena zat warna *congo red* bersifat toksit (Wardahana., 2004). Limbah dari zat warna *congo red* sering dibuang langsung tanpa penanganan lebih lanjut (Reynita, 2004). Berbagai upaya telah dilakukan dalam mengurai limbah zat warna *azo* tersebut (Carraway *et al.*, 1994).

Berbagai metode telah digunakan untuk mengatasi limbah hasil zat warna seperti metode biologi, koagulasi, elektrokoagulasi, adsorpsi, ozonisasi, dan klori-

nasi (Modirshahla *et al.*, 2008). Efisiensi metode tersebut masih tidak memuaskan karena hasil dari penerapannya hanya menyebabkan pewarna mengalami transformasi fisik dan terjadinya perubahan struktur dari pewarna sehingga menghasilkan residu sekunder kemudian harus diolah lagi menggunakan teknik lain (Oliveira *et al.*, 2020).

Fotodegradasi merupakan salah satu upaya yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan zat warna pada limbah tekstil (Poluakan dkk, 2015). Metode fotodegradasi merupakan proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan energi foton dan radiasi sinar UV (Ali and Siew., 2008) menjadi karbon dioksida, air dan garam mineral sebagai hasil akhir dari metode degradasinya (Poluakan dkk, 2015). Penelitian ini dilakukan fotodegradasi untuk memecah molekul organik dengan menggunakan fotokatalis (Nugroho dan Fajriati., 2017) yang bersifat semikonduktor dan tergolong senyawa *spinel ferrite* (Pertiwi, 2017). Senyawa ferit spinel dapat digunakan sebagai katalis semikonduktor dengan rumus struktur MFe_2O_4 dimana M merupakan logam divalen berupa Ni, Fe, Mn, Co, Cu, Mg dan Zn. Salah satu senyawa ferit spinel adalah $ZnFe_2O_4$.

$ZnFe_2O_4$ merupakan salah satu katalis semikonduktor yang memiliki sifat magnet dan listrik yang sangat baik serta memiliki stabilitas kimia dan stabilitas termal yang tinggi dalam mendegradasi zat warna (Anchieta *et al.*, 2014). $ZnFe_2O_4$ mempunyai struktur spinel normal dengan ion-ion Zn^{2+} dan Fe^{3+} menduduki *site* tetrahedral dan oktaedral, dimana redistribusi kation Zn^{2+} dalam site oktaedral mengakibatkan $ZnFe_2O_4$ bersifat feromagnetik (Asmin dkk., 2015). Yokoyama *et al* (1997) menemukan bahwa magnetisasi $ZnFe_2O_4$ bertambah dengan berkurangnya ukuran partikel. Dengan demikian, dibutuhkan penelitian tentang pengontrolan ukuran dan sifat kemagnetan dari $ZnFe_2O_4$ (Asmin dkk., 2015).

$ZnFe_2O_4$ dibuat dengan berbagai metode sintesis kimia seperti *metode reverse micella method*, sintesis plasma gelombang mikro, metode sol-gel, *freeze drying*, iradiasi ultrasonik, metode hidrotermal, metode dekomposisi termal laser, dan metode kopresipitasi. (Elsafitri, dkk., 2020). Diantara metode tersebut, metode kopresipitasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan (Asmin dkk., 2015) karena mampu mengoptimalkan struktur kristal dan sifat magnetik

dari ZnFe₂O₄ dengan mengontrol parameter-parameter sintesisnya (Miftahun dkk., 2015). Teknik dalam mengontrol distribusi ukuran ZnFe₂O₄ dilakukan dengan cara melapisi nanopartikel. Pelapisan dapat menggunakan *Polyethylene Glycol* (PEG) (Elsafitri dkk., 2020). PEG salah zat yang digunakan dalam proses pembentukan dan pengontrolan ukuran dari ZnFe₂O₄. PEG memiliki karakteristik dapat larut dalam air, methanol, benzene, dan diklorometan (Siswanto dan Suhayadi, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan ZnFe₂O₄ menggunakan metode kopresipitasi, dimana prosesnya lebih sederhana, dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan lebih cepat pada proses sintesis (Muflihatun dkk, 2015). ZnFe₂O₄ yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDX), *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) dan *UV-Vis Diffuse Reflectance Spectroscopy* (UV-VIS DRS). Variabel yang mempengaruhi fotodegradasi zat warna *congo red* terdiri dari konsentrasi zat warna, pengaruh berat komposit, dan penambahan jenis garam.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil karakterisasi ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000 setelah disintesis menggunakan metode kopresipitasi?
2. Bagaimana efektivitas penurunan zat warna *congo red* menggunakan ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000?
3. Bagaimana hasil analisa zat warna *congo red* sebelum dan setelah didegradasi menggunakan TOC?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mensintesis ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000 dan melakukan karakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDX, VSM, UV-VIS DRS

2. Menentukan efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *congo red*, penambahan berat ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000 dan penambahan garam
3. Menganalisa kandungan karbon sebelum dan setelah didegradasi menggunakan TOC

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan pengetahuan kepada para pembaca proses sintesis ZnFe₂O₄ yang di-coating PEG-6000 sehingga dapat memberikan peluang dalam pengaplikasianya pada proses fotodegradasi. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat digunakan untuk mengolah limbah zat warna tekstil, sehingga tidak merusak lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kdasi, A., Idris, A., Saed, K., dan Guan, C.T. 2004. Treatment of Textile Wastewater by Advanced Oxidation Processes. *Global Nest the Int.* 1(6). 222-230.
- Anchieta, C. G., Severo, E. C., Rigo, C., Mazutti, M. A., Kuhn, R. C., Muller, E. I., Flores, E. M. M., Moreira, R. F. P. M., and Foletto, E. L. 2015. Rapid And Facile Preparation Of Zinc Ferrite ($ZnFe_2O_4$) Oxide By Microwave-Solvothermal Technique And Its Catalytic Activity In Heterogeneous Photo-Fenton Reaction. *Materials Chemistry and Physics.* 160(4). 141–147.
- Asmin, L. O., Mutmainnah., S., dan Edi. 2015. Sintesis Nanopartikel Zink ferit dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya.* 16 (1). 62-66.
- Ayu, G. I., Diantariani, N, P., dan Suarya, P. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil *Congo Red* Dengan Fotokatalis Zno-Arang Aktif Dan Sinar Ultraviolet (Uv). *Jurus Kimia FMIPA Universitas Udayana.* 175-182.
- Bhernama, B. G. 2015. Degradasi Zat Warna Metanil Yellow Secara Fotolisis dan Penyinaran Matahari dengan Penambahan Katalis TiO_2 -anatase dan SnO_2 . *Journal of Islamic Science and Thecnology.* 1(1). 49-62.
- Bukit, N., Frida, E., & Sinaga, P. S. T. 2015. Analisis Difraksi Nanopartikel Fe_3O_4 Metode Kopresipitasi Dengan Polietilen Glikol 6000. *Prosiding Seminar Nasional Fisika.* 4(7). 163–166.
- Cristina, P, M., S, M., Nisatun., dan Saptaaji., R. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma. *Jurnal Forum Nuklir.* 1(1). 31.
- Chung, Y.C., and Chen, Y. C. 2009. Degradation of azo dye reactive violet 5 by TiO_2 photocatalysis. *Environmental Chemistry Letters.* 9(7). 347-352.
- Dewi, S. H., dan Ridwan. 2012. Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Magnetik Untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia.* 13(2). 136–140.
- Diantariani, N.P., Widihati, I.A.G., dan Megasari, I G.A.A.R., 2014, Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar UV dan Katalis ZnO , *Jurnal Kimia,* 8 (1) : 137-143
- Djawa, J. P. T., Tawa, B. D., dan Wogo, H. E. 2018. Degradasi Zat Warna Azo Metil Orange Menggunakan Besi Valensi Nol. 1–6.
- Elsafitri, O., Nasri., dan Deswardani, F. 2020. Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 (Magnetite) Dari Pasir Besi Sungai Batanghari Jambi

- Yang Dienkapsulasi Dengan Polyethylene Glycol (Peg-4000). *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*. 8(3). 2580-5924.
- Guo, P., Cui, L., Wang, Y., Lv, M., Wang, B., & Zhao, X. S. 2013. Facile synthesis of ZnFe₂O₄ nanoparticles with tunable magnetic and sensing properties. *Langmuir*. 29(28). 8997–9003
- Hakim, L., Dirgantara, M., dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Difraction (X-Rd) Di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*. 1(1). 44–51.
- Hermann, J. M., 1999. Heterogeneous Photocatalysis Fundamentals and Applications to the Removal of Various Types of Aqueous Pollutants. *Catalysis Today*. 53. 115-129.
- Kreetachat, T., M. Damrongsri, V. Punsiwon, P. Vaithanomsat, C. Chiemchaisri, dan C. Chhomsurin. 2007. Effect of Ozonation on Lignin-Derived Compounds in Pulp and Paper Mill Effluent. *Journal of Hazardous Material* 250.
- Li, P., Xu, H. Y., Li, X., Liu, W. C., & Li, Y. 2012. Preparation and evaluation of a photo-fenton heterogeneous catalyst: Spinel-typed ZnFe₂O₄. *Advanced Materials Research*. 1(1). 329–335.
- Muflihatun, Siti, S., dan Edi, S. 2015. Sintesis Nanopartikel Nickel Ferrite (NiFe₂O₄) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnal Fisika Indonesia*. 55(11). 20-26.
- Modirshahla, Aydin Hassani, Nasser, Behnajady, Mohammad A., and Rahbarfam, Rajab. 2011. Effect of operational parameters on decolorization of Acid Yellow 23 from wastewater by UV irradiation using ZnO and ZnO/SnO₂. 1(1). 15-19.
- Mujamillah Dkk. 2000. Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Tipe Oxford Vsm1.2h. *Prosiding Seminar Nasional Bahan Magnet I Serpon*. 1(1). 77 – 81.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M. dan Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ dan SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 2(1): 23-24.
- Nadeem, N., Zahid, M., Tabasum, A., Mansha, A., Jilani, A., Bhatti, I. A., & Bhatti, H. N. 2020. Degradation Of Reactive Dye Using Heterogeneous Photo-Fenton Catalysts: ZnFe₂O₄ And Go- ZnFe₂O₄ Composite. *Materials Research Express*. 7(1). 1–11.
- Nugroho, R. T., dan Fajriati, I. 2017. Efektivitas Fotodegradasi Zat Warna Alizarine Red-S Menggunakan Oksidator Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan Fotokatalis TiO₂. *Analytical and Environmental Chemistry*. 2(02). 26–37.

- Nurhasanah, I., Priyono, Karnaji, & Richardina, V. 2018. Fotokatalisis Nanopartikel Magnetis Zinc Ferrite Dengan Penyinaran Cahaya UV dan Cahaya Tampak The Photocatalytic of Magnetic Nanoparticles Zinc Ferrite Under UV Light and Visible Light Irradiation. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*. 13(1). 33–39.
- Nuzuly, S., Kato, T, Iwata, S dan Suharyadi, T. 2010. Pengaruh konsentrasi polyethylene glycol (PEG) pada sifat kemagnetan nanopartikel magnetik PEG-Coated Fe_3O_4 . *Jurnal Fisika Indonesia*. 17(51). 16-18.
- Nyamukamba, P., Omobola, O., Lilian, T., and Corinne, G. 2016. Preparation of Titanium Dioxide Nanoparticles Immobilized on Polyacrylonitrile Nanofibres for the Photodegradation of Congo red. *International Journal of Photoenergy*. 1(1). 1-10.
- Oliveira, T. P., Marques, G. N., Macedo Castro, M. A., Viana Costa, R. C., Rangel, J. H. G., Rodrigues, S. F., Dos Santos, C. C., & Oliveira, M. M. 2020. Synthesis And Photocatalytic Investigation Of ZnFe_2O_4 In The Degradation Of Organic Dyes Under Visible Light. *Journal Of Materials Research And Technology*. 9(6). 15001–15015.
- Palanivel, B., Mudisoodum perumal, S. devi, Maiyalagan, T., Jayarman, V., Ayyappan, C., & Alagiri, M. 2019. Rational design of $\text{ZnFe}_2\text{O}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4$ nanocomposite for enhanced photo-Fenton reaction and supercapacitor performance. *Applied Surface Science*. 498(4). 1 – 15.
- Pandey, S. K., Tripathi, M. K., Ramanathan, V., Mishra, P.K. and Tiwary, D. 2021. Enhanced Photocatalytic Efficiency of Hydrothermally Synthesized $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{NiO}$ Heterostructure for Mineralization of Malachite Green Dye.
- Perdana, N. D., Wardhani, S., & Khunur, M. M. 2014. Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Terhadap Degradasi Methylene Blue Dengan Menggunakan Fotokatalis Zno. *Kimia Student Journal*. 2(2). 576–582.
- Li, P., Xu, H. Y., Li, X., Liu, W. C., and Li, Y. 2012. Preparation and evaluation of a photo-fenton heterogeneous catalyst: Spinel-typed ZnFe_2O_4 . *Online available since*. 26(6). 550-553.
- Poluakan, M., Audy, W., dan Meiske, S. S. 2015. Aktivitas Fotokatalitik TiO_2 -Karbon Aktif dan TiO_2 Zeolit pada Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow. *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 4(2): 137-140.
- Rigo, C., Mazutti, M. A., Dotto, G. L., Jahn, L., Chiavone-Filho, O., Foletto, E. L., Federal, U., Maria, D. S., ad Maria, S. 2017. Preparation Of Nickel Ferrite / Carbon Nanotubes Composite By Microwave Irradiation. *Materials Research*. 20(1). 311–316.
- Sakti, R, B., Subagio, A., Sutanti, H. 2013. Sintesis Lapisan Tipis Nanopartikel Tio_2/Cnt Menggunakan Metode Sol-Gel Dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi. *Youngster Physics Journal*. 2(2). 41-48.

- Sarasawati, I. G. A. A., Ni, P. D., dan Putu, S. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. 9(2): 175-182.
- Simbolon, T. R., Sembiring, T., Hamid, M., Hutajulu, D. A., Rianna, M., Sebayang, A. M. S., Tetuko, A. P., Setiadi, E. A., Ginting, M., dan Sebayang, P. 2021. Preparation And Characterization Of ZnFe₂O₄ On The Microstructures And Magnetic Properties. *Journal Of Aceh Physics Society*. 10(2). 32–35.
- Sofiana, N. D. 2011. Pembuatan Membran Fotokatalitik dari Selulosa Diasetat Serat Daun Nanas (Ananas comosus) dan TiO₂ untuk Mendegradasi Congo Red. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Tapalad, C., Arhit, N., Sutasinee, N., and Mallika, B. 2008. Degradation of Congo Red Dye by Ozonation. *Chiang Mai J. Sci.* 35(1) : 63-68.
- Thressia, M., Puryanti, D., & Handani, S. 2019. Kajian Difraksi Sinar X Terhadap Nanopartikel Ferit Nikel Zink (Ni_{1-X}ZnxFe₂O₄) Dengan Template Peg-1000. *Jurnal Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam. Univeristas Andalas. Sumatera Barat* 1–6.
- Thomas, O dan Burgess, C. 2007. UV-Vis Spectrophotometry of Water and Wastewater. *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry. Brazil : Elsevier Science and Technology*. 1(27). 1-11.
- Widjajanti, E., Tutik R. dan Utomo, M.P. 2011. Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga. Prosiding *Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*. 1(1). 25-33.
- Vilar, M. I. Maldonado, I. Oller, S. Malato, R. A. R. Boaventura,. 2009. Solar treatment of cork boiling and bleaching wastewaters in a pilot plant, *Water Res.* 43 (9) 4050-4062.
- Venkatesh, S., Pandey, N. D., dan Quoff, A. R. 2014. Decolourization of Synthetic Dye Solution Containing Congo Red By Advanced Oxidation Proceee (AOP). *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing*. 2(1). 66 – 72.