

**FOTODEGRADASI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN
NANOMAGNETIK NiFe_2O_4 DAN PENGARUH PENAMBAHAN H_2O_2**

SKRIPSI

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



**Handayani Citra Pratiwi
08031281520078**

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**FOTODEGRADASI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN
NANOMAGNETIK NiFe_2O_4 DAN PENGARUH PENAMBAHAN H_2O_2**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

HANDAYANI CITRA PRATIWI

08031281520078

Indralaya, 07 Oktober 2019

Pembimbing I



Fahma Riyanti, M.Si

NIP.197204082000032001

Pembimbing II



Nova Yuliasari, M.Si

NIP.197307261999032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP.197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis berupa skripsi dengan judul “Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Nanomagnetik NiFe_2O_4 dan Pengaruh Penambahan H_2O_2 ” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 03 Oktober 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, 07 Oktober 2019

Ketua

1. **Fahma Riyanti, M.Si**

NIP. 197204082000032001

()

Anggota :

2. **Nova Yuliasari, M.Si**

NIP. 197307261999032001

()

3. **Drs. Dasril Basir, M.Si**

NIP. 195810091986031005

()

4. **Dr. Muhammad Said, M.T**

NIP. 197409282000121001

()

5. **Widia Purwaningrum, M.Si**

NIP. 197304031999032001

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA


Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia


Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Handayani Citra Pratiwi
NIM : 08031281520078
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 dipublikasikan atau 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 sebenarnya.

Indralaya, 07 Oktober 2019

Penulis,



Handayani Citra Pratiwi

NIM. 08031281520078

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Handayani Citra Pratiwi

NIM : 08031281520078

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Nanomagnetik NiFe_2O_4 dan Pengaruh Penambahan H_2O_2 ”. 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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 07 Oktober 2019

Yang menyatakan,



Handayani Citra Pratiwi

NIM. 08031281520078

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red* Menggunakan Nanomagnetik NiFe_2O_4 dan Pengaruh Penambahan H_2O_2 ”. 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 Fahma Riyanti, M.Si dan Nova Yuliasari, 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. My everything in the world, yaitu mamaku **Ciplis Sriwahyuni** dan papaku **Anwar Jauhari** serta alm. Nenekku **Alm. Isah Heryawati** dan kakekku **Suli S.** dan adikku satu-satunya **Salsabila Nindiani** yang akan selalu menjadi semangat hidupku. Terimakasih yang sangat tak terhingga untuk doa, cinta, kasih sayang, segala pengorbanan dan semuanya kepadaku. Sangat bersyukur sekali memiliki kalian dihidup ini, kini skripsi kuliahku sudah selesai dan semua ini kupersembahkan hanya untuk mama dan papa serta almh. nenekku tersayang.
2. Bapak **Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc** selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya dan Bapak **Dr. Dedi Rohendi, M.T** selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu **Fahma Riyanti, M.Si** selaku pembimbing utama dalam menyelesaikan tugas akhir dan 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.

4. Ibu **Nova Yuliasari, M.Si** selaku pembimbing kedua dalam menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan skripsi ini. Terimakasih sebesar-besarnya untuk setiap masukan, kesabaran dan segala bimbingan yang telah ibu berikan dalam membimbing penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Ibu **Dr. Poedji Loekitawati H, M.Si** selaku pembimbing dalam menyelesaikan skripsi ini, terimakasih tak terhingga untuk setiap masukan dan segala bimbingan yang telah ibu berikan selama ini.
6. Bapak **Hermansyah, Ph.D** selaku dosen pembimbing akademik. Terimakasih kepada bapak untuk setiap bimbingan dan segala masukannya selama menjalani perkuliahan.
7. Bapak **Drs. Dasril Basir, M.Si**, bapak **Dr. Muhammad Said, M.T** dan ibu **Widia Purwaningrum, M.Si** selaku dosen penguji skripsi.
8. Seluruh **Staf Dosen dan Analis Kimia** FMIPA yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
9. Untuk semua saudara-saudaraku tercinta dan tersayang, terutama untuk **mbak novi** dan **kak ari**, serta **abang teguh, kakak rifki** dan **adek ayra**. Terimakasih yang tak terhingga untuk kalian yang selalu ada untuk menyemangatiku.
10. My sisterku **Tri Sevilia RD**, yang selalu ada untukku dalam situasi dan kondisi apapun dan yang selalu menemani dari bayi hingga sekarang ini bahkan sampai seterusnya. Terimakasih yang tak terhingga untuk semuanya.
11. Sepupu serumahku cek **Indah Permata KD** dan **Badria Indah Damayanti**, terimakasih untuk kalian yang menemani, memberi masukan dan mendengarkan curhatanku.
12. Untuk sahabat-sahabat seperjuangan Per-kuliahanku (**GIRLS SQUAD REBORN**) Rahayu Sri Utari, Suci Firma Dewi, Puput Melati, Theresya Elisabeth, Riani Safitri, Lisa Aprimasari dan Lisa Ratna Pratiwi TJ. Terimakasih banyak untuk kalian semua, terutama semua kesetiaan, dukungan, masukan, nasehat, pujian, serta cacian. Tanpa kalian aku bukan apa-apa disini.

13. Untuk sahabat-sahabat SMAku (**IDIOT'S**) Jesi Zafita Putri, Yosiana Hutaaruk, Dewi Silva Sari, Dwi Putri Jayanti, Anastasia Carolina, Citra Saeri dan Mariska Arditi. Terimakasih banyak untuk kalian yang selalu mendengarkan curhatanku, mendukungku, memberi masukan yang baik dan selalu ada untukku saat waktu libur sudah tiba.
14. **Muhammad Joelyyan Pryhantoro**, terimakasih tak terhingga untukmu yang selalu sabar menghadapiku, selalu menyemangati, selalu ada memberi nasehat serta masukan yang bermanfaat.
15. Teman-teman seperjuangan **TA** “Novita, Devi, Sarah, Rima, Herma, Mifta, Qisti, Resti, Fopy, Fikri, Mutia, Yuli, Bang Iqbal, Timpeng, Pemi, Cica, Jupe, Janet, Gustia dan Aisyah”.
16. Teman-teman seluruh angkatan **MIKI'15** yang selalu menghibur dan membantu dalam setiap kondisi apapun.
17. **Mbak Novi** dan **Kak Iin** yang sabar dan ramah yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan.
18. Kakak tingkat MIKI 2012, 2013, 2014 serta adik tingkat MIKI 2016, 2017 dan 2018.

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, 07 Oktober 2019

Penulis



Handayani Citra Pratiwi

NIM. 08031281520078

ABSTRAK

PHOTODEGRADATION OF CONGO RED DYES USING NiFe₂O₄ NANOMAGNETIC AND THE EFFECT OF ADDING H₂O₂

Handayani Citra Pratiwi : Supervised by Fahma Riyanti, M.Si dan Nova Yuliasari,
M.Si

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

xvii + 62 pages, 11 tables, 16 pictures, 13 attachments

Synthesis of NiFe₂O₄ nanomagnetic have been done using coprecipitation method. NiFe₂O₄ nanomagnetic was applied to degradation of congo red dyes. The NiFe₂O₄ nanomagnetic was characterized using XRD analysis, SEM-EDS and VSM. Characterization of XRD NiFe₂O₄ nanomagnetics show the angle position of 2θ at 30.98°; 35.12°; 38.06°; 44.06°; 52.96°; 57.28°; 62.80°. Characterization of SEM-EDS NiFe₂O₄ nanomagnetic showed a smooth, porous and uniform round shape with constituent elements C, O, Fe and Ni. Characterization of VSM NiFe₂O₄ nanomagnetic showed the saturation magnetization value of 47.32 emu/g. Characterization result using XRD, SEM-EDS and VSM showed that the synthesis of NiFe₂O₄ nanomagnetics was successfully done. NiFe₂O₄ nanomagnetic have a pH_{Hpzc} value at pH 7. The addition of H₂O₂ produces hydroxyl radicals is very reactive it can increase effectiveness in photodegradation process. The best condition the effectiveness of decreasing the concentration of congo red dyes of NiFe₂O₄ nanomagnetic is at congo red dyes 300 mg/L, additions H₂O₂ at 0.5 mL and effectiveness increased with the increase of contact time. The effectiveness of decreasing the concentration of congo red dyes from some of these factors was obtained data with UV light irradiation that is 93.67% and without UV light irradiation that is 78.87%. Data of GC-MS from the photodegradation process result, showed that congo red dyes degraded to short-chain carbon.

Keywords: Nanomagnetic NiFe₂O₄, Photodegradation, H₂O₂, Congo Red

Citations: 72 (2007-2017)

RINGKASAN

FOTODEGRADASI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN NANOMAGNETIK NiFe_2O_4 DAN PENGARUH PENAMBAHAN H_2O_2

Handayani Citra Pratiwi : Dibimbing oleh Fahma Riyanti, M.Si dan Nova

Yuliasari, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xvii + 62 halaman, 11 tabel, 16 gambar, 13 lampiran

Telah dilakukan sintesis nanomagnetik NiFe_2O_4 dengan metode kopresipitasi. Nanomagnetik NiFe_2O_4 diaplikasikan untuk mendegradasi zat warna *congo red*. Nanomagnetik NiFe_2O_4 dikarakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDS dan VSM. Karakterisasi XRD nanomagnetik NiFe_2O_4 menunjukkan posisi sudut 2θ pada $30,98^\circ$; $35,12^\circ$; $38,06^\circ$; $44,06^\circ$; $52,96^\circ$; $57,28^\circ$; $62,80^\circ$. Karakterisasi SEM-EDS nanomagnetik NiFe_2O_4 menunjukkan permukaan yang halus, berpori dan berbentuk bulat seragam dengan unsur penyusun C, O, Fe dan Ni. Karakterisasi VSM nanomagnetik NiFe_2O_4 menunjukkan nilai magnetisasi saturasi sebesar 47,32 emu/g. Hasil karakterisasi XRD, SEM-EDS dan VSM menunjukkan bahwa sintesis nanomagnetik NiFe_2O_4 telah berhasil dilakukan. Nanomagnetik NiFe_2O_4 memiliki nilai pH_{pzc} pada pH 7. Penambahan H_2O_2 menghasilkan radikal hidroksil yang sangat reaktif sehingga dapat meningkatkan efektivitas pada proses fotodegradasi. Kondisi terbaik efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *congo red* oleh nanomagnetik NiFe_2O_4 yaitu pada zat warna *congo red* 300 mg/L, penambahan H_2O_2 sebesar 0,5 mL dan efektivitas meningkat seiring bertambahnya waktu kontak. Efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *congo red* dari beberapa faktor tersebut diperoleh data dengan penyinaran sinar UV sebesar 93,67% dan tanpa penyinaran sinar UV sebesar 78,87%. Data GC-MS hasil dari proses fotodegradasi, menunjukkan zat warna *congo red* terdegradasi menjadi senyawa karbon rantai pendek.

Kata Kunci: Nanomagnetik NiFe_2O_4 , Fotodegradasi, H_2O_2 , *Congo Red*

Sitasi: 72 (2007-2017)

Inderalaya, 07 Oktober 2019

Pembimbing I

Pembimbing I



Fahma Riyanti, M.Si

NIP.197204082000032001



Nova Yuliasari, M.Si

NIP.197307261999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T

NIP. 196704191993031001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Industri Tekstil	5
2.2 Zat Warna <i>Congo Red</i>	5
2.3 <i>Nickel Ferrite</i> (NiFe_2O_4)	6
2.4 Hidrogen Peroksida	7
2.5 Reaksi Fotokatalitik.....	9
2.6 Metode Kopresipitasi.....	13
2.7 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	13
2.8 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)</i>	15
2.9 <i>Vibrating Sample Magnetometer (VSM)</i>	16
2.10 <i>Spektrofotometer UV-Visible</i>	17
2.11 <i>Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat	19

3.2.2 Bahan.....	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1 Sintesis NiFe ₂ O ₄	20
3.3.2 Karakterisasi.....	20
3.3.2.1 <i>X-Ray Diffraction</i>	20
3.3.2.2 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy</i>	20
3.3.2.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i>	21
3.3.3 Penentuan <i>pH Point Zero Charge</i>	21
3.3.4 Penentuan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	21
3.3.4.1 Pembuatan Larutan Standar Zat Warna <i>Congo Red</i>	21
3.3.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	21
3.3.5 Penentuan Kondisi Terbaik Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	22
3.3.5.1 Variasi Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	22
3.3.5.2 Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂	22
3.3.5.3 Variasi Waktu Kontak.....	23
3.3.5.4 Ekstraksi Produk Degradasi Kondisi Terbaik Zat Warna <i>Congo Red</i>	23
3.3.5.5 Analisis GC-MS Hasil Ekstraksi Produk Fotodegradasi Kondisi Terbaik Zat Warna <i>Congo Red</i>	23
3.5.6 Analisis Data.....	23
3.5.6.1 <i>X-Ray Diffraction</i>	23
3.5.6.2 <i>Scanning Electron Microscopy-Energi Dispersive Spectroscopy</i>	24
3.5.6.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i>	24
3.5.6.4 Penentuan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	24
3.5.6.5 <i>Gas Chromatography - Mass Spectrometry</i>	

	(GCMS).....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Sintesis Nanomagnetik Nikel Ferit (NiFe ₂ O ₄)	25
4.2	Karakterisasi Nanomagnetik Nikel Ferit (NiFe ₂ O ₄)	25
4.2.1	Karakterisasi Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ menggunakan XRD	25
4.2.2	Karakterisasi Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ menggunakan SEM-EDS.....	27
4.2.3	Karakterisasi Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ menggunakan VSM	28
4.3	pH <i>Point Zero Charge</i> Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	29
4.4	Kondisi Terbaik Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Konsentrasi Zat Warna	30
4.5	Kondisi Terbaik Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂	31
4.6	Kondisi Terbaik Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap variasi Waktu Kontak.....	33
4.7	Analisis GC-MS Hasil Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	36
5.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN.....		42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis EDS Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	27
Tabel 2. Puncak Tertinggi XRD Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	43
Tabel 3. Data Hasil Karakterisasi VSM Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	45
Tabel 4. Data Hasil Analisis pH <i>Point Zero Charge</i>	46
Tabel 5. Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i> ...	48
Tabel 6. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Konsentrasi Dengan Penyinaran Sinar UV	49
Tabel 7. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Konsentrasi Tanpa Penyinaran Sinar UV	50
Tabel 8. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂ Dengan Penyinaran Sinar UV	52
Tabel 9. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂ Tanpa Penyinaran Sinar UV	53
Tabel 10. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Waktu Kontak Dengan Penyinaran Sinar UV	55
Tabel 11. Data Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Waktu Kontak Tanpa Penyinaran Sinar UV	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur <i>Congo Red</i>	6
Gambar 2. Mekanisme Degradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> dengan bantuan radikal hidroksil	12
Gambar 3. Spektrum XRD dari Nanopartikel NiFe ₂ O ₄	14
Gambar 4. Morfologi SEM dari Nanopartikel NiFe ₂ O ₄	15
Gambar 5. Serbuk Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Hasil Sintesis	25
Gambar 6. Difraktogram XRD Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	26
Gambar 7. Hasil Karakterisasi SEM Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	27
Gambar 8. Kurva Histeris Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	28
Gambar 9. Kurva pH _{PZC} nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	29
Gambar 10. Pengaruh Variasi Konsentrasi Terhadap Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	30
Gambar 11. Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂ Terhadap Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	32
Gambar 12. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	33
Gambar 13. Hasil Identifikasi Struktur Analisis GC-MS Produk Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ dan penambahan H ₂ O ₂	35
Gambar 14. Grafik Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna <i>Congo Red</i> ..	47
Gambar 15. Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	48
Gambar 16. Kromatogram Hasil Analisis GC-MS Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	58

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	42
Lampiran 2. Difaktrogram XRD Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	43
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi SEM-EDS Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	44
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi VSM Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	45
Lampiran 5. Penentuan pH Point Zero charge	46
Lampiran 6. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo Red</i>	47
Lampiran 7. Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Zat Warna <i>Congo Red</i>	48
Lampiran 8. Penentuan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Konsentrasi	49
Lampiran 9. Penentuan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂	52
Lampiran 10. Penentuan Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ Terhadap Variasi Waktu Kontak.....	55
Lampiran 11. Data Hasil Analisis GC-MS Produk Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo Red</i> Menggunakan NiFe ₂ O ₄	58
Lampiran 12. Rancangan Kotak Radiasi Sinar UV	61
Lampiran 13. Gambar Penelitian	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil dapat menghasilkan limbah yang mengandung suatu zat warna yang pada umumnya berupa senyawa organik dan mempunyai struktur aromatik, sehingga akan sulit terdegradasi secara alami dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu zat warna tekstil yang sering digunakan yaitu *congo red*. Zat warna *congo red* memiliki toksisitas yang cukup tinggi sehingga dalam lingkungan perairan dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu cara untuk mengurangi limbah zat warna tersebut agar aman saat dibuang ke dalam sistem perairan (Saraswati dkk, 2015).

Salah satu upaya yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah zat warna tekstil yaitu dengan menggunakan metode fotodegradasi. Pada prosesnya, metode ini dapat menguraikan sejumlah besar senyawa organik menjadi karbon dioksida, air dan garam mineral sebagai produk akhir dari proses degradasinya (Poluakan dkk, 2015). Pada penelitian ini, fotodegradasi pada zat warna *congo red* menggunakan fotokatalis yang bersifat semikonduktor dan termasuk senyawa golongan *spinel ferrite*.

Mekanisme degradasi yang secara umum menggunakan fotokatalis yakni melalui suatu pembentukan radikal hidroksil dan pembentukan spesi super oksida anion dari oksigen. Ketika senyawa yang bersifat fotokatalis mengabsorpsi cahaya dengan panjang gelombang tertentu, maka fotokatalis akan memperoleh energi. Energi tersebut akan digunakan untuk eksitasi elektron dari pita valensi menuju pita konduksi. Setelah elektron tereksitasi, maka akan dihasilkan suatu *hole* pada pita valensi (h^+) dan elektron pada pita konduksi (e^-). *Hole* yang dihasilkan tersebut akan memecah air membentuk suatu hidroksi radikal yang kemudian akan bereaksi dengan molekul organik sehingga dapat memecah senyawa organik tersebut (Pertwi, 2017).

Proses fotodegradasi menggunakan fotokatalis yang bersifat semikonduktor telah dilakukan oleh Xu *et al* (2013) menggunakan nanopartikel $NiFe_2O_4$ sehingga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas degradasi yang dapat menghilangkan polutan yang terkandung di dalam air dengan adanya bantuan

radiasi sinar *UV*. Senyawa semikonduktor tersebut dapat digunakan sebagai fotokatalis karena dapat melangsungkan suatu reaksi kimia yang berupa suatu kombinasi dari proses fotokimia dan katalisis, dimana diperlukan sinar *UV* agar dapat berlangsungnya proses fotokatalisis (Riyani dan Tien, 2011).

Senyawa *spinel ferrite* dapat digunakan sebagai katalis semikonduktor yang memiliki rumus struktur MFe_2O_4 dimana M merupakan ion logam *divalent* berupa Ni, Fe, Mn, Co, Cu, Mg dan Zn. Salah satu senyawa *spinel ferrite* yaitu *nickel ferrite* ($NiFe_2O_4$). Senyawa ini memiliki struktur *spinel inverse*, dimana semua ion Ni^{2+} berada di *site* oktahedral dan ion Fe^{3+} terdistribusi merata di *site* tetrahedral dan oktahedral (Muflihatun dkk, 2015). Senyawa *ferrite* ini memiliki kerapatan ukuran lebih rendah dibanding logam lainnya. Selain itu, senyawa $NiFe_2O_4$ merupakan material *soft magnetic* dengan koersivitas dan magnetisasi saturasi yang rendah tetapi memiliki resistivitas magnetik yang tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penelitian fotodegradasi zat warna *congo red* menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$. Kelebihan digunakannya senyawa nano partikel adalah mempunyai ukuran partikel yang kecil serta nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar sehingga menjadi lebih reaktif (Romiyati, 2016). Metode yang digunakan untuk sintesis $NiFe_2O_4$ yakni metode kopresipitasi, dimana metode sintesis tersebut berupa suatu senyawa yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama ketika senyawa tersebut sudah melewati titik jenuhnya (Sajidah, 2017). Keunggulan digunakannya metode kopresipitasi yakni prosesnya lebih sederhana, dapat menggunakan suhu yang relatif lebih rendah, mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat dan dapat menghasilkan distribusi ukuran partikel yang relatif lebih kecil (Muflihatun dkk, 2015).

Hidrogen peroksida ditambahkan pada proses fotodegradasi menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$ agar dapat terbentuknya suatu radikal hidroksil yang digunakan untuk proses fotodegradasi pada zat warna *congo red*. Reaksi fenton juga berpengaruh pada saat pembentukan radikal hidroksil yang dihasilkan dari dekomposisi hidrogen peroksida saat berlangsungnya reaksi dengan ion besi (Fe^{2+} atau Fe^{3+}) yang bertindak sebagai katalis homogen pada pH asam. Senyawa

$\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ dan $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$ merupakan reagen yang dapat mendegradasi polutan organik. Pada saat proses fotokatalitik penggunaan hidrogen peroksida harus dikombinasikan terlebih dahulu, misalnya dengan menggunakan bantuan sinar *UV* agar dapat terbentuk suatu radikal hidroksil yang selanjutnya akan direaksikan dengan suatu fotokatalis semikonduktor berupa nanopartikel NiFe_2O_4 (Agustina dkk, 2016).

Penggunaan nanomagnetik NiFe_2O_4 sebagai fotokatalis mempunyai keunggulan yaitu setelah berlangsungnya proses fotodegradasi, material dapat dipisahkan dari larutan tanpa proses penyaringan karena NiFe_2O_4 bersifat magnetik sehingga dapat dipisahkan menggunakan magnet permanen. Pada penelitian ini, ada beberapa variabel yang akan diamati yaitu variasi konsentrasi zat warna, pengaruh penambahan H_2O_2 dan variasi waktu kontak. Variabel tersebut dilakukan untuk mengetahui proses fotodegradasi pada zat warna *congo red* berlangsung baik atau sebaliknya. Karakterisasi nanomagnetik NiFe_2O_4 hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui posisi sudut 2θ , *Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) untuk mengamati gugus fungsi molekul senyawa, *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) untuk mengamati morfologi dan elemen, *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM) untuk menentukan besarnya sifat magnet dan *Chromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengidentifikasi senyawa hasil produk dari fotodegradasi zat warna *congo red*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik nanomagnetik NiFe_2O_4 yang di sintesis menggunakan metode kopresipitasi yang digunakan untuk fotodegradasi zat warna *congo red*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan H_2O_2 pada proses fotodegradasi zat warna *congo red* menggunakan nanomagnetik NiFe_2O_4 ?
3. Bagaimana kondisi terbaik dari variasi konsentrasi zat warna, pengaruh penambahan H_2O_2 dan waktu kontak pada proses fotodegradasi *congo red* menggunakan nanomagnetik NiFe_2O_4 ?

4. Bagaimana efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *congo red* pada proses fotodegradasi dengan penambahan H_2O_2 menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Sintesis nanomagnetik $NiFe_2O_4$ menggunakan metode kopresipitasi dan karakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDS, dan VSM.
2. Menentukan pengaruh penambahan H_2O_2 pada proses fotodegradasi zat warna *congo red* menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$
3. Menentukan kondisi terbaik dari variasi konsentrasi zat warna, pengaruh penambahan H_2O_2 dan waktu kontak pada proses fotodegradasi *congo red* menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$.
4. Menentukan efektivitas penurunan konsentrasi zat warna *congo red* pada proses fotodegradasi dengan penambahan H_2O_2 menggunakan nanomagnetik $NiFe_2O_4$ pada kondisi terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi pengetahuan dalam proses sintesis $NiFe_2O_4$ dan diharapkan dapat dengan baik mendegradasi limbah zat warna *congo red* sehingga pada saat proses pengolahan limbah akan lebih aman untuk lingkungan dan makhluk hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. E., Ahmad, B., dan Jantan, M. 2016. Pengaruh Konsentrasi TiO₂ dan Konsentrasi Limbah pada Proses Pengolahan Limbah Pewarna Sintetik *Procion Red* dengan Metode UV/Fenton/TiO₂. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(22): 65-72.
- Astarinugrahini, I. 2017. Preparasi dan Karakterisasi Paduan Semikonduktor Sn(Se_{0,6}Te_{0,4}) Dengan Metode Bridgman Melalui Variasi Lama Waktu Pemanasan. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Christian, H., Edy, S., Tomy, A., F., Tjandra, S., dan Sri, H. S. 2007. *Kemampuan Pengolahan Warna Limbah Tekstil oleh Berbagai Jenis Fungi dalam Suatu Bioreaktor*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: ISSN 1410-5667.
- Coniwanti, P., Nugra, P. A., dan Christofus S. 2015. Pengaruh Konsentrasi Waktu dan Temperatur Terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(21): 50-58.
- Dewi, S. H., dan Ridwan. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ Magnetik Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(2): 137-138.
- Devi, L. G., Girish, K., and Mohan, R. 2009. Photo Fenton Like Process Fe³⁺/(NH₄)₂S₂O₈/UV for the Degradation of Diazo Dye Congo Red Using Low Iron Concentration. *Journal Cent. Eur. J. Chem*. 7(3): 468-477.
- Harianingsih, Retno, W., Claudya, H., dan Cindy, N. A. 2017. Identifikasi GC-MS Ekstrak Minyak Atsiri dari Sereh Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Menggunakan Pelarut Metano. *Jurnal Techno*. 18(1): 023-027.
- Junaidi. 2017. Spektrofotometer UV-Vis untuk Estimasi Ukuran Nanopartikel Perak. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 5(1): 97-102.
- Kesavamoorthi, A. N. V., Vijayalakshmi, S., and Ramachandra, R. 2016. Synthesis and characterization of nickel ferrite nanoparticles by sol - gel auto combustion method. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*. 9(1): 160-162.
- Kumar, A., and Gajanan, P. 2017. A Review on the Factors Affecting the Photocatalytic Degradation of Hazardous Materials. *Material Science & Engineering International Journal*. 1(3): 1-10.
- Laksono, V. A. 2012. Pengolahan Zat Warna Tekstil Rhodamine B Menggunakan Bentonit Terpillar Titanium Dioksida (TiO₂). *Skripsi*. Surabaya: Univeristas Airlangga.
- Mahmoodi, N. M. 2013. *Manganese Ferrite Nanoparticle: Synthesis, Characterization, and Photocatalytic dye degradation*. Iran: Institute for Color Science and Technology.

- Maghfiroh, L., Ulfin, I. dan Juwono, H. 2016. Pengaruh pH Terhadap Penurunan Zat Warna Remazol Yellow FG Oleh Adsorben Selulosa Bakterial Nata De Coco. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2):2237-3520.
- Muchtar, H. 2013. Pengaruh Penambahan Garam Natrium Dalam Proses Pengendapan Limbah Pengolahan Gambir Terhadap Rendemen Tanin. *Jurnal Litbang Industri*. 3(1): 59-65.
- Muflihatun, Siti, S., dan Edi, S. 2015. Sintesis Nanopartikel Nickel Ferrite (NiFe₂O₄) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnal Fisika Indonesia*. 55(XIX): 20-26.
- Murcia, M. D., Gomez, M., Gomez, E., Gomez, J. L., and Christofi, N. 2011. Photodegradation of congo red using XeBr, KrCl and Cl₂ barrier discharge excilamps: A kinetics study. *Journal Desalination*. 281(2011): 364-371.
- Naimah, S., Silvie, A. A., Bumiarto, N. J., Novi, N. A., dan Argustina, A. C. 2014. Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik menggunakan Nanokomposit TiO₂-Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*. 36: 225-236.
- Ng, I-Son., Tingting, C., Rong, L., Xia, Z., Chao, N., and Dongzhe, S. Decolorization of Textile Azo Dye and Congo Red by an Isolated Strain of the Dissimilatory Manganese-Reducing Bacterium *Shewanella Xiamenensis* BC01. *Appl Microbiol Biotechnol Journal*. ISSN 0175-7598.
- Nugroho, R. T., dan Imelda, F. 2017. Efektivitas Fotodegradasi Zat Warna Alizarine Red-S Menggunakan Oksidator Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan Fotokatalis TiO₂. *Analytical and Environmental Chemistry*. 2(2): 26-37.
- Nurmadinah. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Mn_{1-x}CO_xFe₂O₄ Berbasis Pasir Besi Alam dengan Metode Kopresipitasi Sebagai Adsorben Ion Logam Berat Timbal (Pb). *Skripsi*. Makassar: UIN Alauddin.
- Nursa, I., Dwi, P., dan Arif, B. 2016. Pengaruh Polietilen Glikol (PEG) Terhadap Ukuran Partikel Magnetit (Fe₃O₄) yang Disintesis dengan Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Fisika Unand*. 5(3): 209-213.
- Nuzully, S., Takeshi, K., Satoshi, I., dan Edi, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi *Polyethylene glycol* (PEG) pada Sifat Kemagnetan Nanopartikel Magnetik PEG-Coated Fe₃O₄. *Jurnal Fisika Indonesia*. 17(51): 35-40.
- Oda, A. M., Hameed, H. A., Abbas, J. L., Hussein, A. E., Ali, A. J., Abbas, M. M., and Inas, J. M. 2015. Study Self-cleaning of Congo Red from Cotton Fabric Loaded by ZnO-Ag. *International Journal of Chemistry*. 7(2): 39-48.

- Perdana, N. D., Sri, W., dan Muhammad, M. K. 2014. Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Terhadap Degradasi Methylene Blue Dengan Menggunakan Fotokatalis ZnO-Zeolit. Malang: Universitas Brawijaya.
- Permana, B., Saragi, T., Saputri, M., Safriani, L., Rahayu, I., dan Risdiana. 2017. Sintesis Nanopartikel Magnetik Dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 7(2): 17-20.
- Permatasari, O. S., Sri, W., dan Darjito. 2015. Studi Pengaruh Penambahan H_2O_2 terhadap Degradasi *Methyl Orange* Menggunakan Fotokatalis TiO_2 -N. *Kimia Student Jurnal*. 1(1): 661-667.
- Pertiwi, E. S. 2017. Konversi Nanoselulosa Menjadi Gula Alkohol dengan Menggunakan Nanofotokatalis $LaCr_{0,99}Mo_{0,01}O_3$ yang Diiradiasi Sinar UV. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Piranika, S. 2017. Pengaruh Temperatur dan Lama Kalsinasi Pada Pembuatan Hidrosiapatit dari Cangkang keong Emas (*Pomacea Canaliculata L*). *Skripsi*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- 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.
- Prabaningtyas, R. A. J. M. S. 2015. Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Kalsit (Pt. Dwi Selo Giri Mas Sidoarjo) Sebagai *Bone Graft* Sintetis Menggunakan *X-Ray Diffractometer (Xrd)* dan *Fourier Transform Infra Red (Ftir)*. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Rahayu, W. S., Pri, I. U., dan Sochib I. F. 2009. Penetapan Kadar Tablet Ranitidin Menggunakan Metode Spektrofotometri *Uv-Vis* dengan Pelarut Metanol. *Jurnal Pharmacy*. 6(3): 104-114.
- Rahman, S., dan Toifur, M. 2016. Rancangan Eksperimen Analisis Struktur Mikro Sampel dengan Prinsip XRD Menggunakan Metode Kristal Berputar. *Jurnal JRPKF UAD*. 3(1): 5-9.
- Ramadhani, A., Diana, V. W., dan Rahmayeni. 2015. Sintesis Nanokomposit $ZnO/ZnFe_2O_4$ dan Aplikasinya untuk Degradasi Zat Warna dengan Bantuan Cahaya Matahari. *Jurnal Kimia Unand*. 4(1): 71-76.
- Rampengan, A. M. 2017. Analisis Gugus Fungsi pada Polimer *Polyethylene glycol (PEG) Coated*-nanopartikel oksida besi hitam (Fe_3O_4) dan biomolekul. *Journal of Chemistry*. 2(2): 96-98.
- Restasari, A. 2009. Isolasi dan Identifikasi Fraksi Teraktif dari Ekstrak Kloroform Daun Ketapang (*Terminalia catappa Linn*). *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Reza, K. M., Asw, K., and Fahmida, G. 2016. Photocatalytic Degradation of Methylene Blue by Magnetite+H₂O₂+UV Process. *International Journal of Environmental Science and Development*. 7(5): 325-329.
- Riyani, K., dan Tien, S. 2011. Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Aktivitas Fotodegradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Fotokatalis TiO₂. *Jurnal Molekul*. 6(2): 113-122.
- Riyani, K., Tien, S., dan Dian, W. D. 2012. Pengolahan Limbah Cair Batik menggunakan Fotokatalis TiO₂-Dopan-N dengan Bantuan Sinar Matahari. *Jurnal Valensi*. 2(5): 581-587.
- Rouf, S., Nagapadma, and Ramakoteswara, R. 2015. Removal of Harmful Textile Dye Congo Red from Aqueous Solution Using Chitosan and Chitosan Beads Modified with CTAB. *International Journal of Engineering Research and Applications*. 5(3): 75-82.
- Romiyati. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Nanokatalis Ni_(1-x)V_xFe₂O₄ Sebagai Fotokatalis Pada Fotodegradasi Zat Warna *Remazol Golden Yellow*. *Skripsi*. Lampung : Universitas Lampung.
- Sadijah, H. B. N. 2017. Review : Proses Sintesis Material Anorganik Menggunakan Prekursor Oksalat Dalam Metode Kopresipitasi. *Tesis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sagavedan, S., Zaira, Z. C., and Rahman, F. R. 2018. Preparation and Characterization of Nickel ferrite Nanoparticles via Co-precipitation Method. *Journal Materials Research*. 21(2): 1-5.
- 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.
- Septiani, U., Ilona, B., dan Syukri. 2014. Karakterisasi Katalis ZnO/Karbon Aktif dengan Metode *Solid State* dan Uji Aktifitas Katalitiknya pada Degradasi Rhodamin B. *Jurnal Ris. Kim*. 7(2): 180-185.
- Sibarani, J., Dina, L. P., Iryanti, E. S., dan Manuntun, M. 2016. Fotodegradasi Rhodamin B Menggunakan ZnO/UV/Reagen Fenton. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 4(1): 84-94.
- Singh, H. S., dan Neha, S. 2017. Structural and Magnetic Properties of Nickel Ferrite Nanoparticles Synthesized by Ball Milling. *International Journal of Engineering Science Invention*. 6(10): 36-39.
- Sivakumar, P., Ramesh, R., Ramanand, A., Ponnusamy, S., and Muthamizhchelvan, C. 2011. Preparation and properties of *nickel ferrite* (NiFe₂O₄) nanoparticles via sol-gel auto-combustion method. *Journal Materials Research Bulletin*. 46(2011): 2204-2207.

- Sugiyana, D., dan Suprihanto, N. 2015. Studi Mekanisme Degradasi Fotokatalitik Zat Warna *Azo Acid Red 4* Menggunakan Katalis Mikropartikel TiO_2 . *Jurnal Arena Tekstil*. 30(2): 83-94.
- Suherjadi, A., Sri, W., dan Dinar, P. 2014. Studi Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Terhadap Degradasi *Methylene Blue* Menggunakan Fotokatalis TiO_2 -Bentonit. *Kimia Student Journal*. 2(2): 569-575.
- Susanti, R. 2017. Uji Aktivitas Katalis Nanokomposit $\text{Ni}_{0,5}\text{Cu}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ Dalam Mengkonversi Nanoselulosa Menjadi Gula Alkohol yang Diiradiasi Sinar UV. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Suyata dan Mardiyah, K. 2012. Degradasi Zat Warna Kongo Merah Limbah Cair Industri Tekstil di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode Elektrokolorisasi. *Jurnal Molekul*. 7(1): 53-60.
- Wijaya, K., Eko, S., Is, F., Sri, S., dan Dyan, K. 2006. Utilisasi TiO_2 -Xeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red*. *Jurnal Teknoin*. 11(3): 199-209.
- Wismayanti, D. A., Ni, P. D., dan Sri, R. S. 2015. Pembuatan Komposit ZnO -Arang Aktif sebagai Fotokatalis untuk Mendegradasi Zat Warna *Metilen Blue*. *Jurnal Kimia*. 9(1): 109-116.
- Xu, S., Daolun, F., Wei, L., Songjian, Z., Chunyan, M., Dongdong, T., and Wenfeng, S. 2013. Preparation and Photocatalytic Properties of Magnetically Separable Photocatalyst Nanospheres with Egg-Type Structure by Electrostatic Self-Assembly technique. *Journal Science of Advanced Materials*. 5(8): 1-7.
- Yuliana, A., dan Fina, A. 2018. Isolasi Zat Warna Baru *Monascus Purpureus* dari Hasil Fermentasi Padat dengan Beras Sebagai Substrat. *Journal of Pharmacopolium*. 1(1): 13-22.
- Yanlinastuti dan Syamsul, F. 2016. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Untuk Menentukan Kadar Zirkonium dalam Paduan U-Zr dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri *UV-Vis*. ISSN 1979-2409.
- Yunasfi, Mashadi, M., dan Ade, M. 2017. Sintesis Bahan Absorber Gelombang Mikro $\text{Ni}_{(1,5-x)}\text{La}_x\text{Fe}_{1,5}\text{O}_4$ dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 19(1): 19-24.
- Zhang, Y., Su, J., Pan, Q., and Qu, W., 2012. Polyoxometalate Intercalated MgAl Layered Double Hydroxide and its Photocatalytic Performance. *Journal of Materials Science and Engineering*. 2(1) : 59-63