

**SINTESIS NANOMAGNETIK $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ UNTUK DEGRADASI
FOTOKATALITIK ZAT WARNA *CONGO RED***

SKRIPSI

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



Oleh :

Putu Gita Tantri Savytri

08031281722037

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**SINTESIS NANOMAGNETIK $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ UNTUK DEGRADASI
FOTOKATALITIK ZAT WARNA *CONGO RED***

SKRIPSI

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

Oleh:

PUTU GITA TANTRI SAVYTRI

08031281722037

Indralaya, 21 September 2021

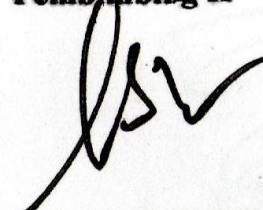
Pembimbing I



Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si.

NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dr. Addy Rachmat, M. Si.

NIP. 19749282000121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Hermansyah, Ph. D

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Sintesis Nanomagnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ Untuk Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Congo Red" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 September 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 September 2021

Pembimbing:

1. **Prof. Dr. Poedji Lockitowati Hariani, M.Si.**

NIP. 196808271994022001

2. **Dr. Addy Rachmat, M. Si.**

NIP. 197409282000121001

Penguji:

1. **Widia Purwaningrum, M. Si.**

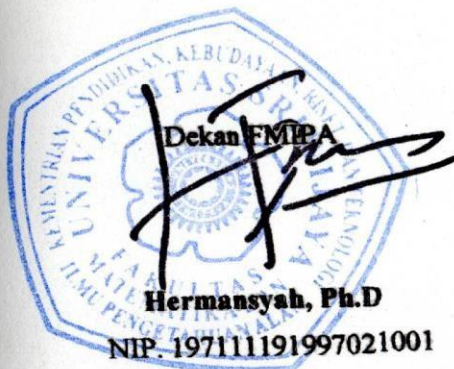
NIP. 197304031999032001

2. **Dr. Nirwan Syarif, M. Si.**

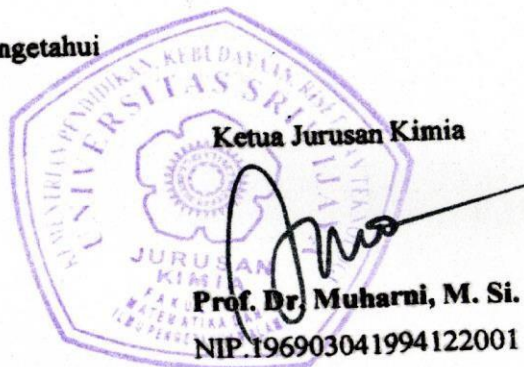
NIP. 197010011999031003

3. **Dra. Julinar, M, Si.**

NIP. 196507251993032002



Mengetahui



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Putu Gita Tantri Savytri

NIM : 08031281722037

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, 23 September 2021

Penulis,



Putu Gita Tantri Savytri

NIM.08031281722037

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

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

Nama mahasiswa : Putu Gita Tantri Savytri
NIM : 08031281722037
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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: “Sintesis Nanomagnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ Untuk Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Congo Red”. 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, 23 September 2021

Penulis,



Putu Gita Tantri Savytri

NIM.08031281722037

ABSTRAK

SINTESIS NANOMAGNETIK $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ UNTUK DEGRADASI FOTOKATALITIK ZAT WARNA *CONGO RED*

Putu Gita Tantri Savytri: Dibimbing oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si. dan Dr. Addy Rachmat, M. Si.

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

xii + 60 halaman, 3 tabel, 19 gambar, 11 lampiran.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanomagnetik komposit dari $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ dan mengkarakterisasi menggunakan VSM, XRD, SEM-EDS dan DRS serta menentukan kemampuan degradasi komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ terhadap zat warna *Congo red* dengan variabel pengaruh pH, konsentrasi zat warna, dan waktu kontak melalui nilai persen degradasi. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan intensitas tertinggi pada sudut 2θ sebesar $36,24^\circ$ dengan ukuran kristal 34,84 nm. Partikel nanokomposit memperlihatkan bentuk bulat berpori dan tidak beraturan dengan komposisi unsur penyusun Ni (9,17%), Fe (19,38%), O (36,13%), Si (2,93%) dan Zn (20,23%) sebagaimana ditunjukkan oleh hasil analisis SEM-EDS.. Hasil Karakterisasi VSM menunjukkan nilai magnetisasi saturasi komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ sebesar 18,31 emu/g. Hasil Karakterisasi UV-VIS Diffuse Reflectance menunjukkan energy gap $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ sebesar 1.51 eV. Degradasi dilakukan dengan bantuan sinar UV 15 watt serta pengukuran absorbansi untuk menentukan konsentrasi sisa zat warna *congo red* menggunakan spektrofotometer visible pada panjang gelombang 498 nm. Kondisi optimum degradasi zat warna *congo red* pada konsentrasi 20 ppm dengan kondisi pH 5 dan waktu penyinaran selama 5 jam. Efisiensi degradasi dari kondisi optimum degradasi zat warna *Congo red* menggunakan $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ sebesar 61,99%.

Kata kunci : degradasi, fotokatalitik, *congo red*, $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$

Kutipan : 2002 – 2020

ABSTRACT

SYNTHESIS OF NANOMAGNETIC NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO FOR PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF *CONGO RED*

Putu Gita Tantri Savytri: Supervised by Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si and Dr. Addy Rachmat, M. Si.

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

xii + 60 pages, 3 tables, 19 pictures, 11 attachments.

This study aims to synthesize a nanomagnetic composite of NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO and to characterize it using VSM, XRD, SEM-EDS and DRS as well as to evaluate the degradation ability of NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO composites against *Congo red* dye in various pH, dye concentration, and contact time through degradation percent value. XRD characterization results showed the highest intensity at 2θ angle of 36,24° with a crystallite size of 34.84 nm. SEM-EDS image shows are round, porous and irregular with the composition of the constituent elements of Ni (9,17%), Fe (19,38%), O (36,13%), Si (2,93%) and Zn (20,23%). According to VSM result saturation magnetization value of the NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO composite was 18.31 emu/g. According UV-VIS Diffuse Reflectance characterization show that the NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO energy gap was 1.51 eV. Degradation carried out with the help of UV light 15 watts and absorbance measurements to determine the concentration of the remaining *congo red* dye using a visible spectrophotometer at a wavelength of 498 nm. The optimum condition for degradation of *Congo red* dye was at a concentration of 20 ppm with a pH was 5 and an irradiation time was 5 hours. The efficiency of degradation at the optimum condition of degradation of *Congo red* dye using NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO was 61,99%.

Keywords : degradation, photocatalytic, *congo red*, NiFe₂O₄-SiO₂-ZnO

Citation : 2002 - 2020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Abdhirgatrani cuddhyati manah satyena cuddhyati,
Widyatapobhyam bhutatma,
Buddhir jnanena cuddhyati.
(Manawa Dharmasastra V.109)

Mujhe saump sakata...hai takat protsahan
Prabhavit ho pravruttiyon vikhar khulase
Prasiddhi syoharaymanada prakasy svarga
Sanas man adhigam dhvani man anakah kan
Kaushal syakti bijali jivan budhape syarir
Sanraskyan syarir haddi jodon syarir ke
sadasyon ke lie dhyan
(Yajhurveda Kandha 4: 7.1.b)

*Jangan berharap
Jalan hidup mu seperti orang lain
Ambilah resiko yang lebih besar
Dari yang orang lain pikir aman
Bermimpi dan berjuanglah lebih dari yang
orang lain pikir tidak masuk akal
perjalanan hidup mu unik seperti dirimu.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Nanomagnetik $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ Untuk Degradasi Fotokatalitik Zat Warna Congo Red”. Skripsi ini dibuat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitawati H, M. Si. dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si. yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ida Shang Hyang Widhi atas asungkerta wara mugraha dan cinta kasih tiada henti
2. Ayah Inyoman Sudharta yang selalu menjadi ayah yang mendukung setiap langkah, bertekad dan berjuang bersama selama melewati tahap demi tahap jenjang pendidikan. Ibu Gusti Ayu Antarini yang selalu mendukung dan membantu berbagai keperluan selama mengenyam pendidikan.
3. Ibu Santi Susanti yang tak henti-hentinya mendoakan dan mendukung dengan cara tersendiri dalam tahap demi tahap jenjang pendidikan. Ayah Asep yang juga membantu dan mendukung selama mengenyam pendidikan.
4. Bapak Ketut Greea, (Almh) Bibi Wayan Budiyani, Mamak Wayan Suladri, Bapak Gede Sudi atas segala bantuan dan dukungan yang selalu siap siaga kapan pun geg butuhkan dan juga doa dan harapan yang selalu dipanjatkan.
5. Adik-adikku, Kadek Eqy Anan, Komang Meyta Gea, Putu Eka, Kadek Wega, Komang Eza, Bintang dan Wulan yang selalu mendukung dan menjadi kebanggaan Keluarga.
6. (Alm) Kakek Sukarta, Dadong Ketut Pulu, (Alm) Kakek Subandi dan (Almh) Nenek atas semua arahan, didikan, restu serta doa yang menyertai geg.
7. Keluarga besarku, khususnya Mamak Made Suparmi, Bapak Wayan Gane, Mamak Wayan Sinah, Bli Putu Artawan, Mba Luh Erma, Bli Kadek Sandi, Mba Kadek Puji, Bli Putu Miwa dan istri, Bli Gede Sukastawan, Kadek

Some, Komang Warini, Ketut Kinanti, Mba Kadek Suryani, Mas Rudi Heryanto yang tiada henti memberikan dukungan setiap saat dengan cara-cara tak terduga.

8. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku dosen pembimbing akademik
9. Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitawati H, M. Si. dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
10. Ibu Widia Purwaningrum, M. Si., Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si. serta Ibu Dra. Julinar, M.Si selaku dosen penguji sidang sarjana.
11. Pak Cosiin dan Ibu Novi selaku admin jurusan
12. Erna Amelia Stephanie atas perannya sebagai teman hidup selama 3 tahun di bangku perkuliahan, yang selalu berbagi kehidupan randomnya. Mengajarkan banyak hal, senang mengenal mu dengan sifat unik mu. Terima kasih telah bersama untuk membuat kehidupan perkuliahan lebih berkesan dari apa yang kita bayangkan.
13. Arsita atas semua dukungan, doa, kesabaran dan kesiap siagaan dalam menghadapi tindakan dan emosi saya. Terima kasih telah bersedia menjadi tempat pelampiasan dan tempat berbagi cerita.
14. Ayu Wandira dan Nimyo Win Pe atas ketersediaannya menjadi teman baik. Senang mengenal kalian dengan sifat unik masing-masing. Semangat dan sukses selalu. Mari bertemu lagi suatu saat dengan segudang gossip.
15. Tim tugas akhir iri dengki (Arcella, Melviana, Erna, Rahfy dan Yohanna) atas dunia periri-dengkian selama menjalani penelitian. Tingkatkan kejulidan dan rasa patah semangat yang sudah dibangun dengan kemageran.
16. Mba Geg Widya, Mba Komang Parwati, Komang Hepi dan Ketut Yufa atas semua bantuan yang diberikan. Terima kasih telah bersedia mengasuh bayi besar.
17. Kawan-Kawan KMHDI khususnya Mba Luh Siadnyani, Luh Resma, Komang Suardana, Putu ariano, Gusti andre dan demisioner pengurus PC KMHDI Palembang tahun 2019-2021 atas lika liku yang telah menjadi warna baru selama perkuliahan.

18. M. Afif Azmi, Made Teresa mandela dan Putri Diah Trimulatsih yang sudah menjadi beberapa yang masih berkabar. Terima kasih atas perjuangan yang sempat kita lakukan bersama dengan jalan masing-masing.
19. Seluruh dosen dan mahasiswa yang berada di lingkungan jurusan kimia, terima kasih untuk semua ilmu dan pengalaman yang diberikan.

Indralaya, September 2021

Penulis

Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Industri Tekstil	4
2.2 Zat Warna Azo	4
2.3 Magnetik NiFe_2O_4	5
2.4 Silika dioksida (SiO_2)	6
2.5 <i>Zinc Oxide</i> (ZnO)	6
2.6 $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$	7

2.7 Fe ₃ O ₄ -SiO ₂ -ZnO.....	8
2.8 Fotodegradasi.....	8
2.9 X-Ray Diffraction.....	10
2.10 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)	12
2.11 Vibrating Sample Magnetometer (VSM).....	12
2.12 UV-VIS Diffuse Reflectance.....	13
2.13 Spektrofotometer UV-Vis.....	13
2.14 pH Point Zero of Charge (pHpzc).....	14
2.15 Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	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 Nanomagnetik NiFe ₂ O ₄	17
3.3.2 Sintesis nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂	17
3.3.3 Sintesis <i>core shell</i> nanomagnetik NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ -ZnO.....	17
3.4 Karakterisasi Material	18
3.4.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	18
3.4.2 Scanning Electron Microscopy-Energi Dispersive X-Ray Spectroscopy.....	18
3.4.3 Vibrating Sample Magnometer (VSM).....	18
3.4.4 UV-VIS Diffuse Reflectance (DRS)	19
3.4.5 Penentuan pH Point Zero of Charge.....	19

3.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimal Zat Warna <i>Congo red</i>	19
3.5.1 Pembuatan Larutan Standar <i>Congo red</i> 1000 ppm.....	19
3.5.2 Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna <i>Congo red</i>	19
3.6 Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo red</i>	20
3.6.1 Pengaruh pH Fotodegradasi	20
3.6.2 Pengaruh Konsentrasi Zat Warna	20
3.6.3 Pengaruh Waktu Kontak.....	20
3.7 Analisis Data	20
3.7.1 Hasil fotodegradasi dianalisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis.....	20
3.7.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	21
3.7.3 <i>Scanning Electron Microscopy-Energi Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>	21
3.7.4 Vibrating Sample Magnetometer (VSM).....	21
3.7.5 Penentuan Efisiensi Degradasi	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Sintesis NiFe_2O_4	22
4.2 Sintesis Komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$	22
4.3 Sintesis Komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	23
4.4 Karakterisasi Material	24
4.4.1 Hasil Karakterisasi NiFe_2O_4 , $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ menggunakan XRD	24
4.4.2 Hasil Karakterisasi NiFe_2O_4 , $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ menggunakan SEM-EDS	25
4.4.3 Hasil Karakterisasi NiFe_2O_4 , $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ menggunakan VSM.....	27

4.4.4 Hasil Karakterisasi NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ dan NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ -ZnO menggunakan UV-VIS Diffuse Reflectance	28
4.4.5 pH Point Zero Charge (pH _{PZC})	29
4.5 Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi Zat Warna <i>Congo red</i>	30
4.5.1 Pengaruh pH Fotodegradasi	30
4.6 Pengaruh Konsentrasi Zat Warna	31
4.7 Pengaruh Waktu Kontak Zat Warna.....	32
4.6 Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	40
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur <i>Congo red</i>	5
Gambar 2. Unit sel ZnO struktur	7
Gambar 3. Skema pendekatan secara eksperimental	7
Gambar 4 . Rancangan struktur Fe_3O_4 , $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	8
Gambar 5. Skema Fotokatalis PPA oleh ZnO di bawah iradiasi UV.....	9
Gambar 6. Kemungkinan skema (<i>pathway</i>) degradasi fotokatalitik AR4 (S = produk tentatif; A- F = produk teridentifikasi oleh GCMS, pH limbah: 11)	10
Gambar 7. Grafik hubungan Panjang Gelombang terhadap Fungsi Reflektansi (K/S) ZnO terimpregnasi pada zeolite	13
Gambar 8. NiFe_2O_4 diuji dengan magnet eksternal.....	22
Gambar 9. $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ diuji dengan magnet eksternal	23
Gambar 10. $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ diuji dengan magnet eksternal.....	24
Gambar 11. Difraktogram dari (a) NiFe_2O_4 , (b) Komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$, (c) Komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	25
Gambar 12. Morfologi SEM perbesaran 30.000x permukaan (a) NiFe_2O_4 , (b) komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$, dan (c) komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$...	26
Gambar 13. Kurva histeresis dari (a) NiFe_2O_4 , (b) komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan (c) komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	27
Gambar 14. Perhitungan besarnya <i>energy gap</i> (a) $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan (b) $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	28
Gambar 15. Grafik pH_{PZC} komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	29
Gambar 16. Kurva pengaruh variasi pH.....	30
Gambar 17. Kurva pengaruh variasi konsentrasi.....	32
Gambar 18. Kurva pengaruh variasi waktu kontak	33
Gambar 29. Kromatografi lapis tipis (a) <i>congo red</i> sudah terdegradasi (b) larutan standar <i>congo red</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data JCPDS nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	9
Tabel 2. Data EDS Unsur-Unsur penyusun NiFe_2O_4 , komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	25
Tabel 3. Nilai magnetisasi saturasi dan medan magnet pada NiFe_2O_4 , komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$ dan komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir	40
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi Menggunakan XRD	43
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM-EDS	47
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Menggunakan VSM	50
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi Menggunakan UV-VIS DRS	51
Lampiran 6. Kurva Kalibrasi <i>Congo red</i>	53
Lampiran 7. Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo red</i> Menggunakan Komposit NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ -ZnO Terhadap Pengaruh pH.....	54
Lampiran 8. Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo red</i> Menggunakan Komposit NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ -ZnO dengan Pengaruh Konsentrasi.....	55
Lampiran 9. Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna <i>Congo red</i> Menggunakan Komposit NiFe ₂ O ₄ -SiO ₂ -ZnO dengan Pengaruh Waktu.....	56
Lampiran 10. Analisis Zat Warna Metilen Biru Sebelum dan Sesudah Degradasi Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis.....	57
Lampiran 11. Gambar-Gambar Penelitian	58

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia secara langsung mampu mendorong tumbuhnya perindustrian, salah satunya industri tekstil. Industri tekstil di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan guna memenuhi kebutuhan pokok masyarakat, namun tidak diimbangi dengan pengolahan limbah yang dihasilkan dengan baik dan benar (Naimah dkk, 2014). Saat proses pewarnaan tekstil, sebagian besar zat warna yang digunakan akan terbuang sebagai limbah. Zat warna dari limbah cair industri tekstil umumnya memiliki struktur aromatik sehingga sulit terdegradasi secara alamiah dan tentunya tidak ramah lingkungan (Saraswati dkk, 2015).

Zat warna yang banyak digunakan adalah zat warna jenis azo yang memiliki gugus kromofor azo ($-N=N-$). Salah satu zat warna azo yang banyak digunakan adalah *congo red*. *Congo red* merupakan senyawa kompleks aromatik yang bersifat toksik sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu perlu dicari alternatif yang efektif dan efisien untuk menguraikan zat warna tersebut (Herlina dkk, 2017).

Metode konvensional fisika, kimia, dan biologi, seperti adsorpsi, koagulasi, proses membran dan oksidasi-ozonisasi telah dilakukan untuk pengolahan air limbah yang mengandung zat warna, namun proses konvensional tidak cukup untuk memurnikan air limbah, karena hanya memindahkan senyawa dari air ke tahap lain sehingga menyebabkan masalah polusi sekunder. Dalam beberapa tahun terakhir, upaya penelitian didedikasikan untuk penelitian fotokatalis di bidang lingkungan (Winataputra dan Saeful, 2014).

Saat ini berbagai metode alternatif penanganan limbah cair industri tekstil telah dikembangkan, salah satunya adalah metode fotodegradasi dengan menggunakan radiasi sinar ultraviolet dan bahan fotokatalis (Togas dkk, 2014). Proses fotokatalis menggunakan semikonduktor berstruktur nano merupakan salah satu teknologi untuk mengoksidasi senyawa organik salah satunya zat warna. Bahan semikonduktor yang sering digunakan dalam mendegradasi limbah cair industri tekstil adalah TiO_2 dan ZnO . ZnO memiliki efisiensi fotokatalis lebih

tinggi dari TiO_2 karena proses penyerapan sinar UV yang kuat dari spektrum matahari. Selain itu, ZnO adalah bahan fotokatalis yang efisien untuk proses detoksifikasi limbah cair karena menghasilkan H_2O_2 lebih banyak daripada fotokatalis lain (Sutanto dkk, 2003). Tetapi sifat ZnO cenderung mengalami aglomerasi sehingga mengurangi sifat tersebut (Eddy dkk, 2016).

Untuk mengatasi sifat ZnO yang cenderung aglomerasi maka SiO_2 ditambahkan pada partikel ZnO . ZnO murni hanya mampu mendegradasi dengan efisiensi degradasi 40% terhadap zat warna metilen biru dalam waktu 60 menit. Namun, setelah ditambahkan SiO_2 efisiensi degradasinya meningkat menjadi 99%. Hal ini karena SiO_2 berfungsi untuk meningkatkan pendistribusian ZnO menjadi lebih homogen sehingga tidak terjadi aglomerasi (Eddy dkk, 2016). SiO_2 merupakan bahan isolator yang sangat baik, interaksi antar partikel mudah dikontrol, modifikasi permukaan mudah diatur, dan dapat memvariasi ketebalan lapisan. Oleh karena itu, sangat sesuai menggunakan SiO_2 sebagai interlayer ZnO (Yoon *et al*, 2018).

Efektivitas SiO_2 - ZnO dapat ditingkatkan dengan penambahan nanomagnetik. Salah satu nanopartikel magnetik spinel ferit yang banyak dikembangkan saat ini adalah nanopartikel *nickel ferrite* (NiFe_2O_4). Nanopartikel NiFe_2O_4 menunjukkan perilaku superparamagnetik. 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 (Muflihatun, 2015).

Berdasarkan uraian tersebut maka pada penelitian ini dilakukan sintesis komposit NiFe_2O_4 - SiO_2 - ZnO yang digunakan untuk mendegradasi zat warna *congo red*. Karakterisasi komposit meliputi fasa-fasanya menggunakan XRD, VSM, DRS, SEM-EDS, dan pH_{pzc} . Variabel degradasi meliputi waktu kontak, pengaruh pH dan konsentrasi warna *congo red*. Hasil degradasi zat warna dianalisis menggunakan kromatografi lapis tipis.

Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini masalah yang dipelajari sebagai berikut:

1. Bagaimana karakter komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ dari hasil sintesis?
2. Bagaimana efisiensi degradasi komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ terhadap zat warna *Congo red* dengan variabel pengaruh pH, konsentrasi zat warna, dan waktu kontak ?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ dan mengkarakterisasi menggunakan VSM, XRD, SEM-EDS dan DRS.
2. Menentukan efektivitas degradasi komposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-ZnO}$ terhadap zat warna *congo red* dengan variabel pengaruh pH, konsentrasi zat warna, dan waktu kontak melalui nilai persen degradasi.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan agar memberikan salah satu alternatif untuk mendegradasi zat warna *congo red* pada limbah cair hasil industri tekstil secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, Y., Abdullah, A. H., Zainal, Z. and Yusof, N. A. 2012. Photocatalytic Degradation of p-Cresol by Zinc Oxide under UV Irradiation. *International Journal of Molecular Sciences*. 13(1): 303.
- 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*. 22(1): 65-72.
- Alen, Y., Agresa, F.L. dan Yuliandra, Y. 2017. Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Rebung Schizostachyum brachycladum Kurz (Kurz) pada Mencit Putih Jantan. *Jurnal sains dan Klinis*. 3(2) : 148-149.
- Alfarisa, S., Rifai, D.A. dan Toruan, P.L. 2018. Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO). *Risalah Fisika*. 2(2) : 53-54.
- Asmin, L.O., Mutmainnah, dan Suharyadi, E. 2015. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Struktural dan Sifat Kemagnetan Nanopartikel Zinc Ferrite (ZnFe₂O₄). Prosiding Simposium Fisika Nasional (SFN) XXVIII 2015. ISBN: 978-602-8161-87-9.
- Atmono, T. M., Rita, P., dan Angie, M. R. K. 2015. Pembuatan Prototipe Vibrating Sample Magnetometer untuk Pengamatan Sifat Magnetik Lapisan Tipis. *Prosiding Pertemuan dan Persentasi Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2015-Pusat Sains dan Teknologi Akselerator-BATAN Yogyakarta*. ISSN 0216-3128.
- Candani, D., Ulfah, M., Noviana, W. dan Zainul, R. 2010. Pemanfaatan Teknologi Sonikasi. *Journal of Physical Chemistry*. 1(1) : 2-3.
- Christina, M., Mu'misatun, S., Rany, S., dan Djoko, M. 2007. Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma. *JFN*. 1(1). 31-44.
- Devi, L. G., S. Girish, K., and K. Mohan, R. 2009. Poto fenton like process Fe³⁺/(NH₄)₂S₂O₈/UV for the Degradation of Di Azo Dye Congo red using Low Iron Concentration. *Central European Journal of Chemistry*. 7(3): 468-477.
- Dinesh, V.P., Biji, P., Ashok, A., Dhara, S.K., Kamaruddin, M., Tyagi, A.K. and Raj. B. 2017. Plasmon-Mediated Highly Enhanced Photocatalytic Degradation of Industrial Textile Effluent Dyes using Hybrid ZnO@Ag Core-shell Nanorods. *Electronic Supplementary Material (ESI) for RSC Advances*. 1(1): 2

- Eddy, D.R., Ernawati, E.E., Noviyanti, A.R., Lubis, R.A. dan Tjokronegoro, R. 2016. Pembuatan Fotokatalis Seng Oksida Termodifikasi Silika Sekam Padi. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 6(2) : 18-19.
- Forestryana, D. dan Arnida, A. 2020. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol Daun Jeruju (*Hydrolea Spinosa* L.). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 11(2) : 113-124.
- Hardyanti, I.S., Nurani, I., Hardjono, D.S.HP., Apriliani, E. dan Wibowo, E.A.P. 2017. Pemanfaatan Silika (SiO_2) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *Jurnal Sains Terapan*. 3(2) : 39-40.
- Harnum, B., Hardeli dan Sanjaya, H. 2013. Degradasi *Methyl Violet* Secara Fotolisis dan Sonolisis dengan Katalis $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$. *Chemistry Journal of State University of Padang*. 2(2): 42-45.
- Haryono, Faizal, M.D., Liamit, C.N. dan Rostika, A. 2018. Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektroflotasi. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. 3(1) : 96-98.
- Herlina, R., Masri, M. dan Sudding. 2017. Studi Adsorpsi Dedak Padi terhadap Zat Warna *Congo red* di Kabupaten Wajo. *Jurnal Chemica*. 18(1) : 16-25.
- Helmita, Ramli dan Hidayati. 2019. Pengaruh Variasi Komposisi Pada Sifat Magnet Dari Nanokomposit $\text{NiFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan Metode Solgel Spin Coating. *Jurnal Pillar of Physics*. 12(1) : 47-48.
- Khojastehnezhada, A., Moeinpourb, F. and Javidc. A. 2017. $\text{NiFe}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-PPA}$ Nanoparticle: A Green Nanocatalyst for the Synthesis of β -Acetamido Ketones. *Journal of Polycyclic Aromatic Compounds*. 1(1) : 2-3.
- Lee, K. M., Hamid, S. B. A. and Lai, C. W. 2015. Mechanism and Kinetics Study for Photocatalytic Oxidation Degradation: A Case Study for Phenoxyacetic Acid Organic Pollutant. *Journal of Nanomaterials*. 1(1) : 8-11.
- Loan, N. T. T., Lan, N. T. H., Hang, N. T. T., Hai, N. Q., Anh, D. T. T., Hau, V. T., Tan, L. V. and Tran, T. V. 2019. CoFe_2O_4 Nanomaterials: Effect of Annealing Temperature on Characterization, Magnetic, Photocatalytic, and Photo-Fenton Properties. *Processes*. 7(885): 4-7.
- Muflihatun, Shofiah, S. dan Suharyadi, E. 2015. Sintesis Nanopartikel Nickel Ferrite (NiFe_2O_4) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat emagnetannya. *Jurnal Fisika Indonesia*. 55(19). 2-3.
- Naimah, S., Ardhanie S.A., Jati, B.N., Aidha, N.N., dan Arianita, A.C. 2014. Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Nanokomposit TiO_2 – Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*. 36(1) : 226-228.

- Nor, W. F. K. W., Siti, K. C. S., Alyza, A. A. R. A., Mohd, S. M. Y. and Mustaffa, S. 2018. Synthesis and Physicochemical Properties of Magnetite Nanoparticles (Fe_3O_4) as Potential Solid Support for Homogeneous Catalysts. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 22(5): 768-77.
- Purwanto, A., Taslimah, dan Sriatun. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Silica Gel dari Tetraetilortosilikat (TEOS) Menggunakan Surfaktan Polyethylene Glycol (PEG) 6000 dalam Kondisi Basa. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 15(1): 1-6.
- Putri, L.E. 2017. Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO_4 Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible. *Natural Science Journal*. 3(1) : 391-392.
- Qin, Y., Zhang, H., Tong, Z., Song, Z. and Chen, N. 2017. A facile synthesis of $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{ZnO}$ with superior photocatalytic performance of 4-nitrophenol. *Journal of Enviromental Chemical EGINEERING*. 1(1) : 5.
- Rangkuti, R.M., Harsono,H. dan Ghufro, M. 2018. Studi Karakterisasi Sintesis Nano Partikel ZnO Menggunakan Metode Kopresipitasi dengan Varian Konsentrasi Dopping Cu. *SETRUM*. 7(2) : 192-213.
- Raval, A. 2013. Structural Properties and Microstructure of Cobalt Ferrite Particles Synthesized by A Sol-Gel Auto Combustion Method. *International Journal of Modern Physics*. 22(1): 558-563.
- Rehman, R., Abbas, A., Murtaza, S., Mahmud, T., Zaman, W., Salman, M. and Shafique, U. 2012. Comparative Removal of Congo red Dye from Water by Adsorption on Grewia asiatica Leaves, Raphanus sativus Peels and Activated Charcoal. *Journal of Chem Soc Pak*. 34(1) : 112-121.
- Rianit, Y., Widodo¹, C.S. dan Masruroh. Studi Identifikasi Komposisi Obat Dan Limbah Balur Benzoquinon (Bq) Hasil Terapi Pembaluran Dengan Scanning Electron Microscopy (SEM). *Jurnal Fisika*. 1(1) : 2-3.
- Sagadevana, S., Chowdhuryb, Z.Z. and Rafiquec, R.F. 2018. Preparation and Characterization of Nickel ferrite Nanoparticles via Co-precipitation Method. *Journal of Materials Research*. 21(2) : 1-8.
- Said, N.I. 2002. Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Tekstil dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2(2) : 125-136.
- Sakti, R. B., Subagio, A. dan Sutanto, H. 2013. Sintesis Lapisan Tipis Nanokomposit TiO_2/CNT Menggunakan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Zat Warna Azo Orange 3R. *Youngster Physics Journal*. 1(3): 41-48.
- Samosir, A.S., Bialangi, N. dan Iyabu, H. 2018. Analisis Kandungan Rhodamin B Pada Saos Tomat Yang Beredar Di Pasar Sentral Kota Gorontalo Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *Jurnal Entropi*. 13(1) : 46.

- Saraswati, I.G.A.A., Diantariani, N.P., dan Suarya, P. 2015. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil *Congo red* dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV). *Jurnal Kimia*. 9(2) : 176.
- Setiabudi, A., Rifan, H., dan Ahmad, M. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI Press.
- Shanmugavel, T., Raj, R.G., Rajarajan, G. and Kumar, G.R. 2014. Tailoring the structural and magnetic properties and of nickel ferrite by auto combustion method. *Journal of Procedia Materials Science*.6(1) : 1725 – 1730.
- Sofiana, N., Zaini1, H. dan Fona, Z. 2016. Adsorpsi Zat Warna Malachite Green Menggunakan Baking Filter Dust (BFD). *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*. 14 (2) : 2-11.
- Suaib, Aritonang, H. F dan Koleangan, H. S. J. 2019. Sintesis Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe₂O₄) dengan Metode Kopresipitasi dan Aplikasinya sebagai Fotokatalis. *Chem. Prog.* 12(1): 49-53.
- Suherjadi, A., Sri, W., dan Danar, P. 2014. Studi Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Terhadap Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis TiO₂-Bentonit. *Kimia Student Journal*. 2(2): 569-575.
- Suyata dan Mardiyah, K. 2012. Degradasi Zat Warna Kongo Merah Limbah Cair Industri Tekstil di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode Elektrodekolorisasi. *Jurnal Molekul*. 7(1): 53-60.
- Tapalad, C., Arthit, N., Sutasinee, N., and Mallika, B. 2008. Degradation of *Congo red* Dye by Ozonation. *Journal Science of Chiang Mai*. 35(1) : 63-68.
- Trianasari, Manurung, P. dan Karo-Karo, P. 2017. Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO₂) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice). *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 5(2) : 179-180.
- Wang, J., Zhu, Y. and Chen, Q. 2005. Preparation Of Magnetic Composite Of NiFe₂O₄-SiO₂ And The Assembly of The Colloid Particles By Magnetic Fields. *International Journal of Modern Physics B*. 19(12) : 2055-2056.
- Wang, L., Li, J., Lu, M., Dong, H., Hua, J., Xu, S. and Li, H. 2014. Magnetic and Mossbauer Spectroscopy Studies of NiFe₂O₄/SiO₂ Nanocomposites Synthesized by Sol-Gel Method. *Journal of Supercond Nov Magn*. 1(1) : 1.
- Wardiyati, S., Wisnu, A. A., dan Didin, S. W. 2016. Pengaruh Penambahan SiO₂ terhadap Karakteristik dan Kinerja Fotokatalitik Fe₃O₄/TiO₂ pada Degradasi Methylene Blue. *Jurnal Kimia Kemasan*. 38(1): 31-40.
- Warono, D. dan Syamsudin. 2011. Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Jurnal Konversi*. 2(2) :55-59.

- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, Sudiono, S. dan Kurniaysih, D. 2006. Utilisasi TiO_2 -Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna *Congo red*. *Jurnal Teknoin*. 11(3) : 200-2004.
- Winatapura, D.S. dan Yusuf, S. 2014. Sintesis Komposit Fe_3O_4 - SiO_2 - TiO_2 dan Aplikasinya untuk Mendegradasi Limbah Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Sains Materi Indonesia*.15(3) : 148-155.
- Wulandari, O., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D. 2014 Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis ZnO Pada Zeolit. *Student Journal*, 1(2) : 241-241, 244-260.
- Yoon, C., Jeon, B. and Yoon, G. 2018. Formation and Characterization of Various ZnO/ SiO_2 -Stacked Layers for Flexible Micro-Energy Harvesting Devices. *Appl. Sci*. 8(1) : 3-10.
- Yunasfi, Apit, M., Wisnu A. A. dan Emriadi. 2018 Analisis Fasa dan Sifat Magnetik Bahan Absorber $\text{Ni}_{(0,5-x)}\text{Nd}_x\text{Fe}_{(2,5)}\text{O}_4$. *Journal Majalah Ilmiah Pengkaji Industri*. 12(1) : 25-32.
- Zandipaka, R. and Sobhanardakani, S. 2016. Synthesis of NiFe_2O_4 Nanoparticles For Removal of Anionic Dyes From Aqueous Solution. *Desalination And Water Treatment*. 57(1) : 11350-11360.