

**SINTESIS CdFe_2O_4 UNTUK FOTODEGRADASI DAN ADSORPSI
ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

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



OLEH :

SALSABILLAH ASKA PIRDAUSIA

08031281823030

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN
SINTESIS CdFe₂O₄ UNTUK FOTODEGRADASI DAN ADSORPSI
ZAT WARNA METILEN BIRU

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :
SALSABILLAH ASKA PIRDAUSIA
08031281823030

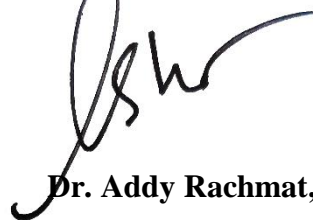
Indralaya, 25 Juli 2022

Pembimbing I



Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dr. Addy Rachmat, M.Si
NIP. 197409282000121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Sintesis CdFe_2O_4 untuk Fotodegradasi dan Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru” telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Juli 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 25 Juli 2022

Ketua

1. **Dr. Bambang Yudono, M.Sc**
NIP. 196102071989031004

()

Pembimbing

1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si**
NIP. 196808271994022001
2. **Dr. Addy Rachmat, M.Si**
NIP. 197409282000121001

()

()

Penguji

1. **Dra. Fatma, MS**
NIP. 196207131991022001
2. **Drs. Dasril Basir, M.Si**
NIP. 195810091986031005

()

()


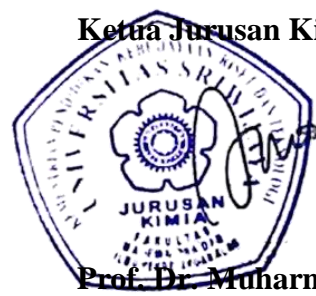
Mengetahui,

Dekan FMIPA




Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Salsabillah Aska Pirdausia

NIM : 08031281823030

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, 25 Juli 2022

Penulis,



Salsabillah Aska Pirdausia

NIM. 08031281823030

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

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

Nama Mahasiswa : Salsabillah Aska Pirdausia
NIM : 08031281823030
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis CdFe_2O_4 untuk Fotodegradasi dan Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive 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, 25 Juli 2022

Penulis,



Salsabillah Aska Pirdausia

NIM. 08031281823030

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap (Q.S. Al-Insyirah: 6-8).
- Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui (Q.S. Al-Baqarah: 216)
- Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya (Q.S. Al-Baqarah: 286)
- Apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu (Umar bin Khattab).

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada Allah SWT.

Dan kupersembahkan kepada :

1. Ayah, Ibu dan Adik Arif yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam berbagai hal selama menempuh pendidikan.
2. Seluruh keluarga tercinta.
3. Pembimbing dan teman-temanku.
4. Diriku sendiri yang telah berjuang sampai dititik ini.
5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya).

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis CdFe_2O_4 untuk Fotodegradasi dan Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Selama penelitian dan penulisan skripsi ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si** dan Bapak **Dr. Addy Rachmat, M.Si** yang telah sabar dalam memberikan bimbingan, saran, masukan, dukungan, motivasi, serta petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu dan bapak selalu senantiasa diberikan kesehatan dan perlindungan oleh Allah SWT.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Kepala Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan nasihat selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
4. Bapak Drs. Dasril Basir, M.Si dan Ibu Dra. Fatma, MS selaku dosen penguji sidang sarjana yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis terhadap penulisan skripsi ini.
5. Seluruh dosen FMIPA Kimia yang telah mendidik dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
6. Mba Novi dan Kak Chosiin selaku admin jurusan kimia yang telah berbaik hati membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi selama masa perkuliahan.

7. Ayah Firdaus dan Ibu Nurmila selaku orang tua tercinta penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat serta terima kasih atas cinta dan kasih sayang tak terhingga sampai saat ini yang diberikan sehingga penulis dapat berada pada tahap ini.
8. Keluarga besar penulis, terutama Arif Nurahman selaku adik penulis, Mira Junaria dan Okta Rini selaku kakak sepupu penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Member SGS Fadhila Annisa Mawaddah, Marya Antonetty Tarigan, Rotua Natalia Manalu, Sabrina Anastasya dan Vika Putri Safira selaku teman seperjuangan perkuliahan sejak maba, teman berbagi keluh kesah, suka duka, serta selalu senantiasa menemani, membantu, memberi semangat dan nasihat kepada penulis mengenai masalah perkuliahan maupun hal lainnya. Terima kasih karena selalu senantiasa ada hingga skripsi ini selesai dan mari kita realisasikan wacana liburan kita yang selalu tertunda.
10. Muhammad Athief Ghufuran selaku teman terdekat penulis sejak KKN yang selalu senantiasa ada untuk memberikan semangat, dukungan dan mendengarkan segala keluh kesah penulis setiap harinya serta selalu mengapresiasi segala bentuk pencapaian penulis. Terima kasih karena telah mengingatkan penulis untuk selalu sabar dan berpikiran positif mengenai berbagai hal terutama pada saat proses penyelesaian skripsi ini.
11. Veronicha Fhadilasari selaku partner penelitian tugas akhir yang selalu senantiasa memberikan semangat, motivasi, saran, waktu dan tenaga selama proses penelitian hingga selesainya skripsi ini. Terima kasih karena selalu senantiasa ada saat penulis membutuhkan hingga akhirnya bisa menyelesaikan skripsi ini.
12. Rika Amalia, Nurfikriyah Auliani dan Tania Peniela Girsang selaku teman semasa SMA yang selalu memberikan saran, dukungan dan semangat serta mendengarkan segala keluh kesah penulis mengenai berbagai hal.
13. Tim tugas akhir, Annisa Fitri Amatullah, Sri Anita Andini, Siti Azizah, Nurhidayah, Anggun Dita Dyah Gayatri, Tias Anisa Kemuning yang selalu senantiasa memberikan semangat, dukungan dan membantu penulis selama proses penelitian hingga skripsi ini selesai.

14. Tim penelitian di lab analis, Dinda Ulandari, Siti Chodijah, Nurul Aulia, Vika Putri Safira yang selalu senantiasa memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama proses penelitian.
15. Rekan kerja di lab kimia umum, teman-teman semasa KKN, serta teman seperantauan HIMAJA yang telah kebersamai sebagai keluarga satu almamater.
16. Teman seperjuangan kimia 2018 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan. Terima kasih kepada kakak tingkat 2016, 2017 serta adik tingkat 2019, 2020 dan 2021 yang telah kebersamai sebagai keluarga satu almamater.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Indralaya, 25 Juli 2022

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS CdFe₂O₄ FOR PHOTODEGRADATION AND ADSORPTION OF METHYLENE BLUE DYES

Salsabillah Aska Pirdausia : Supervised by Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si and Dr. Addy Rachmat, M.Si.

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

xvii + 66 pages, 19 pictures, 3 tables, 15 attachments.

Research of CdFe₂O₄ synthesis through coprecipitation method and its application for photodegradation and adsorption of methylene blue dye had been conducted. CdFe₂O₄ nanoparticles were characterized by using XRD, SEM-EDS, VSM and UV-VIS DRS. Diffraction pattern of XRD characterization shows the highest peak at $2\theta = 30.29^\circ$ with a crystal size of 18.70 nm. Furthermore, SEM-EDS characterization image shows that the surface morphology of CdFe₂O₄ is heterogeneous or agglomerated with the main constituent elements in the form of Cd (24.66%), Fe (26.61%) and O (32.76%). The VSM characterization result from the hysteresis curve obtained saturation magnetization of 28.14 emu/g. In addition, the result of UV-VIS DRS characterization obtained an energy band gap of 1.74 eV. CdFe₂O₄ nanoparticles has pHPzc of 5.35.

Meanwhile, the optimum conditions for photodegradation and adsorption are obtained at a concentration of 2.5 ppm, contact time for 90 minutes with the addition of 0.2 mL of H₂O₂ 30% with the percentage of methylene blue dye removal by photodegradation is 77.21% and adsorption is 67.99%. TOC analysis shows the total amount of carbon before degradation is 0.7716 ppm C and after degradation is 0.5643 ppm C with a percentage of degradation is 26.87% which indicates that the methylene blue dye is not completely oxidized.

Keywords : Photodegradation, adsorption, CdFe₂O₄ nanoparticles, methylene blue

Citations : 66 (2011-2021)

RINGKASAN

SINTESIS CdFe₂O₄ UNTUK FOTODEGRADASI DAN ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU

Salsabillah Aska Pirdausia : Dibimbing oleh Prof. Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si dan Dr. Addy Rachmat, M.Si.

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

xvii + 66 halaman, 19 gambar, 3 tabel, 15 lampiran.

Penelitian mengenai sintesis CdFe₂O₄ untuk fotodegradasi dan adsorpsi zat warna metilen biru telah dilakukan menggunakan metode kopresipitasi. Nanopartikel CdFe₂O₄ dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, SEM-EDS, VSM dan UV-VIS DRS. Hasil karakterisasi XRD dengan difraktogram puncak tertinggi pada $2\theta = 30,29^\circ$ dengan ukuran kristal sebesar 18,70 nm. Hasil karakterisasi SEM-EDS menunjukkan bahwa morfologi permukaan CdFe₂O₄ bersifat heterogen atau mengalami aglomerasi dengan elemen penyusun utama berupa Cd (24,66%), Fe (26,61%) dan O (32,76%). Hasil karakterisasi VSM dari kurva histeresis didapatkan magnetisasi saturasi sebesar 28,14 emu/g. Hasil karakterisasi UV-VIS DRS didapatkan celah pita energi sebesar 1,74 eV. Nanopartikel CdFe₂O₄ memiliki pH_{pzc} sebesar 5,35.

Kondisi optimum fotodegradasi dan adsorpsi didapatkan pada konsentrasi 2,5 ppm, waktu kontak 90 menit dan penambahan H₂O₂ 30% sebanyak 0,2 mL dengan persentase efektivitas penurunan konsentrasi zat warna metilen biru untuk fotodegradasi sebesar 77,21% dan adsorpsi sebesar 67,99%. Analisis TOC didapatkan kandungan karbon total sebelum degradasi sebesar 0,7716 ppm C dan setelah degradasi sebesar 0,5643 ppm C dengan persen degradasi sebesar 26,87% yang menunjukkan bahwa zat warna metilen biru tidak teroksidasi secara sempurna.

Kata kunci : Fotodegradasi, adsorpsi, nanopartikel CdFe₂O₄, metilen biru

Sitasi : 66 (2011-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	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.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Industri Tekstil.....	4
2.2 Zat Warna Metilen Biru.....	4
2.3 <i>Cadmium Ferrite</i> (CdFe_2O_4).....	5
2.4 Hidrogen Peroksida (H_2O_2).....	7
2.5 Fotodegradasi.....	7
2.6 Adsorpsi.....	8
2.7 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	9
2.8 <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy</i> (SEM-EDS).....	11
2.9 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	12
2.10 <i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance</i> (UV-VIS DRS)....	13

2.11 Nilai pH <i>Point of Zero Charge</i> (pHpzc).....	15
2.12 <i>Total Organic Carbon</i> (TOC).....	15
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 CdFe ₂ O ₄	17
3.4 Karakterisasi Material.....	17
3.4.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	17
3.4.2 <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy</i> (SEM-EDS).....	17
3.4.3 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	18
3.4.4 <i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance</i> (UV-VIS DRS).....	18
3.4.5 Nilai pH <i>Point of Zero Charge</i> (pHpzc).....	18
3.5 Penentuan Kosentrasi Zat Warna Metilen Biru.....	18
3.5.1 Pembuatan Larutan Stok Standar Metilen Biru 1000 ppm.....	18
3.5.2 Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	18
3.6 Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi dan Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru.....	19
3.6.1 Pengaruh Konsentrasi Zat Warna.....	19
3.6.2 Pengaruh Waktu Kontak.....	19
3.6.3 Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida.....	19
3.7 Analisis Data.....	20
3.7.1 <i>Total Organic Carbon</i> (TOC).....	20
3.6.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	20
3.6.3 <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy</i> (SEM-EDS).....	20
3.6.4 <i>Vibrating Sample Magnetometer</i> (VSM).....	20
3.6.5 <i>Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance</i> (UV-VIS DRS).....	20

3.6.6	Efektivitas Penurunan Konsentrasi Zat Warna.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1	CdFe ₂ O ₄ Hasil Sintesis.....	22
4.2	Karakterisasi CdFe ₂ O ₄	22
4.2.1	Hasil Karakterisasi XRD.....	22
4.2.2	Hasil Karakterisasi SEM EDS.....	24
4.2.3	Hasil Karakterisasi VSM.....	26
4.2.4	Hasil Karakterisasi UV-VIS DRD.....	27
4.2.5	Nilai pH _{pzc} CdFe ₂ O ₄	27
4.3	Penentuan Kondisi Optimum Fotodegradasi dan Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru.....	28
4.3.1	Pengaruh Konsentrasi Zat Warna.....	28
4.3.2	Pengaruh Waktu Kontak.....	30
4.3.3	Pengaruh Penambahan H ₂ O ₂	31
4.3.4	Pengaruh Kinetika Reaksi Zat Warna.....	32
4.3.5	Hasil Karakterisasi TOC.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....		36
LAMPIRAN.....		42
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur metilen biru.....	5
Gambar 2. Struktur dari spinel <i>ferrite</i>	6
Gambar 3. Difraksi sinar-X dengan jarak antar atom (d) dengan sinar datang (θ)	9
Gambar 4. Pola difraksi XRD dari CdFe ₂ O ₄	10
Gambar 5. Skema kerja SEM	12
Gambar 6. Magnetisasi saturasi CdFe ₂ O ₄	13
Gambar 7. Energi <i>band gap</i> nanopartikel CdFe ₂ O ₄	14
Gambar 8. Uji kemagnetan (a) CdFe ₂ O ₄ menggunakan (b) <i>neodymium magnet</i>	22
Gambar 9. Hasil difraktogram XRD CdFe ₂ O ₄	23
Gambar 10. Morfologi CdFe ₂ O ₄ dengan perbesaran (a) 3000x, (b) 10.000x, (c) 20.000x dan (d) 30.000x.....	24
Gambar 11. Analisis mapping pada CdFe ₂ O ₄	25
Gambar 12. Kurva VSM CdFe ₂ O ₄	26
Gambar 13. Kurva celah pita energi CdFe ₂ O ₄	27
Gambar 14. Kurva pH _{pzc} CdFe ₂ O ₄	28
Gambar 15. Pengaruh konsentrasi terhadap penurunan konsentrasi zat warna melalui (a) fotodegradasi + adsorpsi dan (b) adsorpsi.....	29
Gambar 16. Pengaruh waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi zat warna melalui (a) fotodegradasi + adsorpsi dan (b) adsorpsi	30
Gambar 17. Pengaruh penambahan H ₂ O ₂ terhadap penurunan konsentrasi zat warna melalui (a) fotodegradasi + adsorpsi dan (b) adsorpsi.....	31
Gambar 18. Kurva kinetika fotodegradasi.....	33
Gambar 19. Kurva kinetika adsorpsi.....	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan sudut difraktogram CdFe ₂ O ₄ dengan JCPDS No. 022-1063.....	23
Tabel 2. Hasil karakterisasi EDS CdFe ₂ O ₄	25
Tabel 3. Hasil karakterisasi TOC sebelum dan setelah fotodegradasi.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir prosedur penelitian.....	43
Lampiran 2. Reaksi pembentukan CdFe_2O_4	44
Lampiran 3. Hasil karakterisasi XRD CdFe_2O_4	45
Lampiran 4. Hasil karakterisasi SEM-EDS CdFe_2O_4	47
Lampiran 5. Hasil karakterisasi VSM CdFe_2O_4	49
Lampiran 6. Hasil karakterisasi UV-VIS DRS CdFe_2O_4	50
Lampiran 7. Penentuan pH_{pzc} CdFe_2O_4	52
Lampiran 8. Penentuan Panjang Gelombang Metilen Biru.....	53
Lampiran 9. Penentuan kurva kalibrasi zat warna metilen biru.....	54
Lampiran 10. Penentuan kondisi optimum fotodegradasi dan adsorpsi metilen biru menggunakan CdFe_2O_4 terhadap pengaruh konsentrasi.....	55
Lampiran 11. Penentuan kondisi optimum fotodegradasi dan adsorpsi metilen biru menggunakan CdFe_2O_4 terhadap pengaruh waktu kontak.....	57
Lampiran 12. Penentuan kondisi optimum fotodegradasi dan adsorpsi metilen biru menggunakan CdFe_2O_4 terhadap pengaruh penambahan H_2O_2	59
Lampiran 13. Penentuan kinetika fotodegradasi dan adsorpsi CdFe_2O_4 ...	61
Lampiran 14. Hasil karakterisasi TOC sebelum dan sesudah fotodegradasi.....	63
Lampiran 15. Gambar sebelum dan setelah proses fotodegradasi dan adsorpsi	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri tekstil memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, namun juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan disekitarnya (Widihati dkk, 2011). Salah satu masalah serius yang dihadapi oleh industri tekstil yakni limbah cair yang mengandung zat warna. Hal ini dikarenakan limbah yang tidak mudah untuk terdegradasi serta bersifat racun bagi ekosistem perairan (Tabai *et al*, 2017). Oleh sebab itu limbah dari pewarna tekstil perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang langsung ke saluran air. Pada proses pewarnaan sebanyak 10% hingga 15% dari zat pewarna yang telah digunakan tidak dapat digunakan kembali sehingga perlu dibuang (Naimah dkk, 2014).

Salah satu jenis zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil yakni zat warna metilen biru. Metilen biru merupakan salah satu jenis zat warna *thiazine*, yang memiliki gugus benzena yang sulit terurai secara alami namun metilen biru memiliki sifat kationik, mudah larut dalam air dan memiliki harga yang ekonomis. Metilen biru apabila tertelan dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan, apabila terhirup dapat menyebabkan sianosis, serta dapat menyebabkan mutasi genetik, iritasi kulit dan terganggunya organ reproduksi (Riwayati dkk, 2019). Beberapa cara dapat dilakukan untuk menghilangkan zat warna dan zat organik yang terdapat pada proses pengolahan limbah cair dari industri tekstil yakni dengan cara fisika, kimia, biologi maupun gabungan ketiganya (Fathoni dan Rusmini, 2016).

Kadmium ferrite (CdFe_2O_4) memiliki struktur spinel ferrite yang memiliki fase stabil yang mana ion Cd^{2+} dan Fe^{3+} akan menempati daerahnya masing-masing yakni ion Cd^{2+} dengan struktur tetrahedral dan ion Fe^{3+} dengan struktur oktahedral (Sagadevan *et al*, 2017). Sintesis kadmium ferrite (CdFe_2O_4) dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode sol gel, flash combustion, keramik, sitrat serta metode kopresipitasi (Tawainella dkk, 2014). Metode kopresipitasi memiliki beberapa kelebihan yakni, cara kerja dan bahan-bahan yang mudah untuk

dilakukan sehingga lebih sederhana dibandingkan dengan metode-metode lainnya (Yuliani dkk, 2013).

Adsorpsi merupakan suatu metode pengolahan limbah zat warna yang banyak digunakan karena memiliki sifat yang mudah untuk digunakan serta dapat digunakan dengan berbagai macam jenis adsorben (Riwayati dkk, 2019). Pada proses adsorpsi tidak membutuhkan adanya penyinaran sinar UV maupun sinar matahari sehingga tidak menghasilkan radikal hidroksida ($\cdot\text{OH}$) yang menyebabkan suatu zat warna hanya akan terserap pada permukaan nanopartikel dan tidak dapat menguraikannya. Kelemahan dari proses adsorpsi tersebut dapat diatasi dengan metode fotodegradasi (Trivana dkk, 2015).

Fotodegradasi merupakan suatu metode pengolahan limbah zat warna dengan proses penguraian senyawa organik maupun senyawa anorganik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan adanya bantuan energi foton maupun radiasi sinar UV. Fotodegradasi zat warna dapat dilakukan dengan cara penambahan suatu bahan fotokatalis maupun hanya dengan radiasi sinar UV (Saraswati dkk, 2015).

Berdasarkan dari uraian maka pada penelitian ini dilakukan sintesis CdFe_2O_4 dengan metode kopresipitasi yang digunakan untuk fotodegradasi dan adsorpsi zat warna metilen biru. Hasil sintesis dikarakterisasi komposisi fasa menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), menentukan morfologi dan elemen penyusunnya menggunakan *Scanning Electron Microscope–Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS), menentukan sifat magnetik menggunakan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM).

Menentukan celah pita menggunakan *Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance* (UV-VIS DRS), menentukan pH digunakan *pH Point of Zero Charge* (pHpzc) dan menentukan kandungan karbon total zat warna metilen biru sebelum dan setelah proses fotodegradasi menggunakan *Total Organic Carbon* (TOC). Proses fotodegradasi dan adsorpsi metilen biru dilakukan beberapa perlakuan yaitu pengaruh konsentrasi zat warna metilen biru, pengaruh waktu kontak dan penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana karakteristik dari CdFe_2O_4 hasil sintesis dengan metode kopresipitasi?
2. Bagaimana kemampuan CdFe_2O_4 dalam mendegradasi dan mengadsorpsi zat warna metilen biru?
3. Bagaimana kandungan karbon total zat warna metilen biru sebelum dan setelah proses degradasi berdasarkan analisis *Total Organic Carbon* (TOC)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya:

1. Mensintesis CdFe_2O_4 dan melakukan karakterisasi dengan XRD, SEM-EDS, VSM, UV-VIS DRS dan pH_{pzc}.
2. Menentukan kemampuan degradasi dan adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan CdFe_2O_4 dengan variasi konsentrasi, waktu kontak dan penambahan H_2O_2 .
3. Menganalisis kandungan karbon total zat warna metilen biru sebelum dan setelah proses degradasi dengan menggunakan *Total Organic Carbon* (TOC).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat mengenai proses sintesis CdFe_2O_4 dengan menggunakan metode yang cukup sederhana sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair dengan cara fotodegradasi dan adsorpsi zat warna terutama metilen biru agar tidak berbahaya bagi lingkungan disekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnestisia, R. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe_3O_4) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Methylene Blue. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 11(2) : 61-70.
- Alfarisa, S., Rifai, D. A. dan Toruan, P. L. 2018. Studi Difraksi Sinar-X Nano Seng Oksida (ZnO). *Risalah Fisika*. 2(2) : 53-57.
- Andari, N. D dan Wardhani, S. 2014. Fotokatalis TiO_2 -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chemistry Progress*. 7(1) : 9-14.
- Ansari, R., Mosayebzadeh, Z., Keivani, M. B. and Khah, A. M. 2011. Adsorption of Cationic Dyes from Aqueous Solutions Using Polyaniline Conducting Polymer as a Novel Adsorbent. *Journal of Advanced Scientific Research*. 2(2) : 27-34.
- Bunaciu, A. A., Udristioiu, E. G. and Enein, H. Y. A. 2015. X-Ray Diffraction : Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 45(4) : 289-299.
- 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., Suprihatin, I. E. dan Widihati, I. A. G. 2016. Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Methylene Blue dan Congo Red Menggunakan Komposit ZnO-AA dan Sinar UV. *Jurnal Kimia*. 10(1) : 133-140.
- Fathoni, I dan Rusmini. 2016. Pemanfaatan Bentonit Teknis sebagai Adsorben Zat Warna. *UNESA Journal of Chemistry*. 5(3): 18-22.
- Fei, X., Jia, G., Xu, X., Hao, Y., Wang, D. and Guo, J. 2012. Study on Preparation and Sunlight Photocatalytic Activity of Porous Coupled ZnO/TiO_2 Photocatalyst. *Optoelectronics and Advanced Materials*. 6(7) : 709-712.
- Fitriani, D., Oktiarni, D. dan Lusiana. 2015. Pemanfaatan Kulit Pisang sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Gradien*. 11(2) : 1091-1095.
- Ghofur, M. A., Wardhani, S. dan Tjahjanto, R. T. 2014. Pengaruh pH Awal dan Konsentrasi Awal Larutan Metilen Biru pada Degradasi Larutan Metilen Biru Menggunakan Fotokatalis TiO_2 -Bentonit. *Kimia Student Journal*. 2(2) : 548-554.
- Hadayani, L. W., Riwayati, I. dan Ratnani, R. D. 2015. Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi. *Journal of Momentum*. 11(1) : 19-23.

- Hakim, L., Dirgantara, M. dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) di Kota Palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 1(1) : 44-51.
- Hamad, H., Latif, M. A. E., Kashyout, A. E. H., Sadik, W. and Feteha, M. 2015. Synthesis and Characterization of Core/Shell/Shell Magnetic (CoFe₂O₄/SiO₂/TiO₂) Nanoparticle for Photocatalytic Activity Under UV and Visible Irradiation. *New Journal of Chemistry*. 39(4) : 3116-3128.
- Hariani, P. L., Said, M., Rachmat, A., Riyanti, F., Pratiwi, H. C. dan Rizki, W. T. 2021. Preparation of NiFe₂O₄ Nanoparticles by Solution Combustion Method as Photocatalyst of Congo Red. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 16(3) : 481-490.
- Harish, K. N., Naik, H. S. B., Kumar, P. N. P., Vishwanath, R. and Kumar, G. S. Y. 2013. Optical and Photocatalytic Properties of CdFe₂O₄ Nanocatalysts Potential Application in Water Treatment Under Solar Light Irradiation. *Archives of Applied Science Research*. 5(2) : 42-51.
- Harisha, S., Keshavayya, J., Swamy, B. E. K. and Viswanath, C. C. 2017. Synthesis, characterization and electrochemical studies of azo dyes derived from barbituric acid. *Dyes and Pigments*. 136(1): 742-753.
- Hassan, H and Hameed, B. H. 2020. Fe-Natural Zeolite as Highly Active Heterogeneous Catalyst in Decolorization of Reactive Blue 4. *International Journal of Environmental Science and Development*. 11(3) : 133-137.
- Huda, T dan Yulitaningtyas, T. K. 2018. Kajian Adsorpsi *Methylene Blue* Menggunakan Selulosa dari Alang-Alang. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 1(1) : 9-19.
- Kannan, S., Dhandayuthapani, K. and Sultana, M. 2013. Decolorization and Degradation of ZO Dye Remazol Black B by Newly Isolated *Pseudomonas putida*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2(4) : 108-116.
- Kardiman., Marno. dan Sumarjo, J. 2018. Analisis Sifat Mekanik Terhadap Bentuk Morfologi Papan Komposit Sekam Padi sebagai Material Alternatif Pengganti Serat Kaca. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. 2(1) : 21-26.
- Karthikeyan, S and Selvapandiyan, M. 2017. Large Scale Synthesis of CdFe₂O₄ Nanoparticles via Sol Gel Method. *International Journal of Advance Engineering and Research Development*. 4(6) : 1-6.

- Lubis, W. Z dan Mujamilah. 2017. Pengukuran Sampel Magnetik Cair dengan Vibrating Sample Magnetometer (VSM). *Journal of Physical Science and Engineering*. 2(2) : 39-47.
- Machiril, D., Jumaeri. dan Kusumastuti, E. 2017. Interkalasi Montmorilonit dengan Kitosan serta Aplikasinya sebagai Adsorben *Methylene Blue*. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 6(2) : 117-124.
- Mamoribo, H., Rompas, R. J. dan Kalesaran, O. J. 2015. Determinasi Kandungan Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Malalayang Sekitar Rumah Sakit Prof. Kandou Manado. *Jurnal Budidaya Perairan*. 3(1) : 114-118.
- Manikandan, A., Vijaya, J. J., Sundararajan, M., Meganathan, C., Kennedy, L. J. and Bououdina, M. 2013. Optical and Magnetic Properties of Mg-Doped ZnFe₂O₄ Nanoparticles Prepared by Rapid Microwave Combustion Method. *Superlattices and Microstructures Journal*. 64(1) : 118-131.
- Munasir., Triwikantoro., Zainuri, M. dan Darminto. 2012. Uji XRD dan XRF pada Bahan Meneral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ dan SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 2(1) : 20-29.
- Nagarajan, V. and Thayumanavan, A. 2018. CdFe₂O₄ Thin Films for the Detection of Benzene Vapors. *Applied Physics A*. 124(2) : 1-8.
- 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 TiO₂-Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*. 36(1): 225-236.
- Nasir, S., Putri, Y. E. dan Elita, I. 2014. Penyisihan Ion Kadmium pada Limbah Cair Pabrik Pulp & Paper dengan Menggunakan Membran Keramik. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(20): 7-16.
- Nurhasni., Mar'af, R. dan Hendrawati. 2018. Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 4(2) : 156-167.
- Pandey, A., NeehaD'souza. and Satpute, A. 2021. Total Organic Carbon Analyzer: Emerging Technique for Quality Assesement of Potability of Drinking Water. *Indian Journal of Advances in Chemical Sciences*. 9(1) : 47-50.
- Perdana, N. D., Wardhani, S. dan Khunur, M. M. 2014. Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Terhadap Degradasi *Methylene Blue* dengan Menggunakan Fotokatalis ZnO-Zeolit. *Kimia Student Journal*. 2(2) : 576-582.

- Raganata, T. C., Aritonang, H. dan Suryanto, E. 2019. Sintesis Fotokatalis Nanopartikel ZnO untuk Mendegradasi Zat Warna *Methylene Blue*. *Chemistry Progress*. 12(2) : 54-58.
- Riwayati, I., Fikriyyah, N. dan Suwardiyono. 2019. Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Inovasi Teknik Kimia*. 4(2) : 6-11.
- Sagadevan, S., Pal, K., Chowdhury, Z. Z. and Hoque, M. E. 2017. Structural, Optical and Dielectric Investigation of CdFe₂O₄ Nanoparticles. *Materials Research Express*. 4(7) : 1-12.
- Saputra, C., Cahyoutomo, H., Sendong, J. dan Togibasa, O. 2020. Sintesis Magnesium Ferit Berbasis Pasir Besi Sarmi Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Fisika Flux*. 17(2) : 94-99.
- Saputri, C. A. 2020. Kapasitas Adsorpsi Serbuk Nata De Coco (Bacterial Sellulose) Terhadap Ion Pb²⁺ Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Kimia*. 14(1) : 71-76.
- 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) : 175-182.
- Saravanan, M. and Girisun, T. C. S. 2015. Nonlinear Optical Absorption and Optical Limiting Properties of Cadmium Ferrite. *Materials Chemistry and Physics*. 30(1) : 413-419.
- Sari, R. K. 2016. Potensi Mineral Batuan Tambang Bukit 12 dengan Metode XRD, XRF dan AAS. *Jurnal Eksakta*. 2(17) : 13-23.
- Sari, R. N dan Sutrisno, H. 2018. Preparasi TiO₂-Tersensitifkan AgCl dengan Teknik Refluks dalam Suasana Asam dan Karakterisasinya. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 6(1) : 1-12.
- Sari, T. A., Hamdi. dan Mufit, F. 2014. Identifikasi Mineral Magnetik pada Guano di Gua Bau-Bau Kalimantan Timur Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). *Pillar of Physics*. 1(4) : 97-104.
- Shedam, R. M., Gadkari, A. B., Mathad, S. N. dan Shedam, M. R. 2016. Synthesis and Structural Investigation of Nano-Sized Cadmium Ferrite. *Journal of Modern Materials*. 2(1) : 7-12.
- Shi, W., Liu, X., Zhang, T., Wang, Q. and Zhang, L. 2015. Magnetic Nano-Sized Cadmium Ferrite as an Efficient Catalyst for the Degradation of Congo Red in the Presence of Microwave Irradiation. *The Royal Society of Chemistry Advances*. 5(1) : 51027-51034.

- Shobirin, M dan Utomo, M. P. 2018. Preparasi Karakterisasi dan Aplikasi $\text{Ca}_{2-x}\text{Zn}_x\text{SiO}_4$ sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Congo Red. *Jurnal Kimia Dasar*. 7(5) : 237-245.
- Simamora, P dan Krisna. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Sifat Magnetik Nanokomposit Fe_3O_4 -Montmorilonit Berdasarkan Variasi Suhu. *E-Journal Fisika*. 4(1) : 75-80.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana. dan Dimiyati, A. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9(2) : 44-50.
- Sutka, A., Mezinskis, G., Jakovlevs, D. and Korsaks, V. 2013. Sol-Gel Combustion Synthesis of CdFe_2O_4 Ferrite by Using Various Reducing Agents. *Journal of the Australian Ceramic Society*. 49(2) : 136-140.
- Syauqiah, I., Amalia, M. dan Kartini, H. A. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*. 12(1) : 11-20.
- Tabai, A., Bechiri, O. dan Abbessi, M. 2017. Degradation of Organic Dye Using a New Homogeneous Fenton-like System Based on Hydrogen Peroxide and a Recyclable Dawson-Type Heteropolyanion. *International Journal of Industrial Chemistry*. 8(1): 83-89.
- Tawainella, R. D., Riana, Y., Fatayati, R., Amelliya., Kato, T., Iwata, S. dan Suharyadi, E. 2014. Sintesis Nanopartikel *Manganese Ferrite* (MnFe_2O_4) dengan Metode Kopersipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya. *Jurnal Fisika Indonesia*. 52(18) : 1-7.
- Tichonovas, M., Krugly, E., Racys, V., Hippler, R., Kauneliene, V., Stasiulaitiene, I. And Martuzevicius, D. 2013. Degradation of Various Textile Dyes as Wastewater Pollutants Under Dielectric Barrier Discharge Plasma Treatment. *Chemical Engineering Journal*. 229(1) : 9-19.
- Trivana, L., Sugiarti, S. dan Rohaeti, E. 2015. Sintesis Zeolit dan Komposit Zeolit/ TiO_2 dari Kaolin Serta Uji Adsorpsi-Fotodegradasi Biru Metilena. *Jurnal Penelitian Kimia*. 11(2) : 147-162.
- Tunc, S., Gurkan, T. and Duman, O. 2012. On Line Spectrophotometric Method for the Determination of Optimum Operation Parameters on the Decolorization of Acid Red 66 and Direct Blue 71 from Aqueous Solution by Fenton Process. *Chemical Engineering Journal*. 182(1) : 431-442.
- Tussa'adah, R dan Astuti. 2015. Sintesis Material Fotokatalis TiO_2 untuk Penjernihan Limbah Tekstil. *Jurnal Fisika Unand*. 4(1): 91-96.

- Tutu, R., Subaer. dan Usman. 2015. Studi Analisis Karakterisasi dan Mikrostruktur Mineral Sedimen Sumber Air Panas Sulili di Kabupaten Pinrang. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 11(2) : 192-201.
- Vasanthi, V., Shanmugavani, A., Sanjeeviraja, C. and Selvan, R. K. 2012. Microwave Assisted Combustion Synthesis of CdFe_2O_4 : Magnetic and Electrical Properties. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 324(13) : 2100-2107.
- Widayatno, T., Yuliawati, T. dan Susilo, A. A. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1) : 17-23.
- Widihati, I. A. G., Diantariani, N, P. dan Nikmah, Y. F. 2011. Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar UV dan Katalis Al_2O_3 . *Jurnal Kimia*. 5(1): 31-42.
- Wiranatha, I. G. P., Aryasih, I. G. A. M. dan Posmaningsih, D. A. A. 2014. Pengaruh Lama Kontak Hidrogen Peroksida Terhadap Keluhan Subyektif Pengrajin Lontar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 4(1) : 61-69.
- Yuliani, N. R., Arief, S. dan Septiani, U. 2013. Penggunaan Reduktor Organik dan Anorganik pada Proses Sintesis Nanopartikel Fe_3O_4 dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Kimia Unand*. 2(1) : 93-97.
- Yunani, Y. N., Fatimah, I. dan Riyanto. 2014. Preparasi Fe(III)-Montmorillonit sebagai Katalis pada Fotooksidasi Metilen Biru. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 1(1) : 82-92.
- Zeffry, R., Ratnawulan. dan Yohandri. 2015. Pengaruh Temperatur Kalsinasi Terhadap Struktur Tembaga Oksida dari Daerah Pinti Kayu Kec. Koto Parik Gadang Diatesh Kabupaten Solok Selatan. *Pillar of Physics*. 5(1) : 65-72.
- Zein, R., Nofita, D., Refilda., Aziz, H. 2019. Penyerapan Timbal (II) dan Cadmium (II) didalam Larutan Menggunakan Limbah Kulit Buah Kapuk. *Chimica et Natura Acta*. 7(1) : 37-45.