

**SINTESIS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ DAN APLIKASINYA PADA FOTODEGRADASI
ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

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



Oleh:

NUR FITRIANI NAFASARI

08031281722038

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN
SINTESIS Fe₃O₄-TiO₂ DAN APLIKASINYA PADA FOTODEGRADASI
ZAT WARNA METILEN BIRU

SKRIPSI

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

Oleh :

NUR FITRIANI NAFASARI

08031281722038

Indralaya, 14 Februari 2022

Pembimbing I



Dr. Muhammad Said, M.T.

NIP. 197407212001121001

Pembimbing II



Fahma Riyanti, M.Si.

NIP.197204082000032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Fe₃O₄-TiO₂ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 7 Februari 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 14 Februari 2022

Ketua :

1. **Dr. Muhammad Said, M.T.**
NIP. 197407212001121001

()

Anggota :

1. **Fahma Riyanti, M.Si.**
NIP. 197204082000032001
2. **Dr. Hasanudin, M.Si.**
NIP. 197205151997021003
3. **Dr. Ferlinahayati, M.Si.**
NIP. 197402052000032001
4. **Dr. Suheryanto, M.Si.**
NIP. 196006251989031006

()

()

()


()

Mengetahui,

Dekan FMIPA


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

Ketua Jurusan Kimia


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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nur Fitriani Nafasari

NIM : 08031281722038

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, 14 Februari 2022

Penulis



Nur Fitriani Nafasari

NIM. 08031281722038

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

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

Nama Mahasiswa : Nur Fitriani Nafasari
NIM : 08031281722038
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru”. 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, 14 Februari 2022

Yang menyatakan,



Nur Fitriani Nafasari

NIM. 0803128172203

HALAMAN PERSEMBAHAN

- ❖ *Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan
(Q.S. Al-Alaq :1)*
- ❖ *Tetaplah melangkah sedikit demi sedikit dan yang dapat menghentikan
langkahmu hanya dirimu dan Tuhanmu*
- ❖ *Nikmati prosesnya, akan ada hikmah untuk menjadi lebih baik kedepannya*
- ❖ *Berjuang itu tanpa alasan*

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

1. Keluargaku yaitu orang tuaku dan adik yang selalu memberikan beasiswa, doa, dukungan dan saran.
2. Pembimbing
3. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT, kita memujinya, memohon ampunan dan meminta pertolongan kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Muhammad Said, M.T.** dan Ibu **Fahma Riyanti, M.Si.** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Prof. Aldes Lesbani, Ph.D selaku dosen Pembimbing Akademik
5. Ibu Dr. Ferlina Hayati, M.Si, bapak Dr. Hasanudin, M.Si. dan bapak Dr. Suheryanto, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana
6. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
7. Kepada Mbak Novi dan Kak Cosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
8. Orang tuaku yang telah menjadi sumber beasiswa yang selalu mendoakan, membimbing dan memberi dukungan dalam segala hal. Terimakasih untuk semuanya. Serta adik-adikku yang selalu mendukungku.

9. Team Lab (Ulfa, Melsi, Putri, Nyak, Ipo) terima kasih atas hiburannya di lab atas kelakuan kalian yang ceroboh selalu memberi gelak tawa tiap harinya. Ulfa yang setim terimakasih telah menimba sebagian beban dari diri ini sehingga tidak merasa memikul beban sendirian. Akhirnya lewat juga ya fa. Melsi yang tekun dan semangat terimakasih telah menjadi sumber informasi mel. Putri yang rajin terima kasih bantuannya apalagi pas semhas put. Nyak yang santai namun pasti dalam dunia perlabban terima kasih ya nyak atas bantuannya nemenin lab malam. Ipo yang sangat santui terimakasih po atas bantuannya terutama jadi ojek di Palembang dan layo. Mohon maaf untuk segala kesalahan dan semoga sukses untuk kedepannya.
10. Kakak-kakak, Rahma dan Fingky anak TA pak Said serta teman-teman anak TA bu Puji (Kak Fatma, Kak Ena, Putu, Farah, Arcel, Vio, Mei) dan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas ilmu yang sangat bermanfaat dan bantuannya yang mempermudah dalam penelitian ini.
11. PSYF (Pipit, Sinta dan Yessa) terima kasih telah menjadi teman dengan berbagai kekurangan yang saya miliki.
12. Cawa Club (Cik, Dilla, Nyak, Puput, Sheli, Saum). Cik yang rajin dalam belajar selalu jadi teman berantem dan selalu di cie-ciein maafin ya cik dan makasih atas bantuan yang sangat bermanfaat dalam dunia akademis. Terutama untuk catatanmu ya cik. Dilla yang seninya keren sekali makasih ya dil bantuan akademik terutama bantuan saat PERMATA semoga sehat selalu ya dil dan diperlancar kedepannya. Nyak bilang terimakasih sama si biru yang telah memperlancar urusan dalam berbagai hal dan makasih ya nyak atas pertolongan selama kuliah. Jangan sering ngupas bawang alias nangis lagi nyak. Puput makasih ya buat pertolongannya selama ini yang paling sering direpotin dalam berbagai hal mulai dari semester satu hingga akhir perkuliahan terutama juga menjadi ojek cawa. Makasih juga buat motornya puput. Saum yang suka karaokean, kasian tetangga sebelah um. Makasih juga ya um telah menjadi ojek cawa partner puput. Sheli yang menjadi sumber kimia organik,

makasih ya shel atas ilmunya. Jangan sering garing ya shel. Mohon maaf untuk kesalahan dan semoga diperlancar segala urusan kedepannya.

13. Mahabbah (Mbak Pemi, Cik, Cibe, Febby, Indah, Nyak, Puput, Putnan, Saum, Sisi, Sheli, Utari) terima kasih atas ilmu selama perkuliahan serta menjadi tempat singgah saat penat-penatnya kuliah. Semoga bisa bertemu di lain kesempatan.
14. Edelweis (Cibe, Dian, Nyak, Reni dan Kak Vadia) maaf untuk semuanya salah satunya karena jarang kumpul dan makasih atas bantuannya selama dikosan
15. Ukhuwah (Sitek, Riska, Alfi, Yeni, Kak Ewin, Kak Harlika) terimakasih atas bantuannya selama dikosan. Sitek yang sering direpotin dan nemenin pergi kedepan makasih ya sitek atas bantuannya. Riska yang aktif dalam berbagai hal dan sering jadi teman bertukar pikiran walaupun secara umur berbeda. Semangat menyusun skripsi dan semoga diperlancar serta cita-citanya tercapai buat perpus desa. Alfi yang insyaallah jadi hakim yang adil. Semangat untuk kedepannya fi dan semoga urusannya diperlancar. Yeni yang sering sibuk cari bahan praktikum yang punya kisah kayak drama, semangat kedepannya ya yen. Kak ewin yang receh, humble dan suka jadi mak comblang. Terima kasih ya kak atas bantuannya dan hiburannya selama dikosan. Kak harlika selaku perawat pribadi kosan yang peralatan medisnya lengkap. Terima kasih ya kak bantuannya terutama menjadi perawat pribadi saat sedang drop kesehatan dan semoga cita-cita nya tercapai ya kak buat klinik.
16. Vania dan Zenia Terima kasih untuk semuanya dan maaf tak dapat membalas semua yang kalian beri serta untuk kekurangan dalam membimbing kalian. Tetap semangat untuk perkuliahan yang sedang dijalani, semoga diperlancar segala urusan kedepannya.
17. Mella partner kosan baru semangat mel kedepannya semoga diperlancar segala urusan. Makasih ya atas bantuannya selama ngekost
18. Chemistry 17 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas bantuannya selama masa perkuliahan. Semangat untuk kedepannya dan semoga diperlancar urusan kalian kedepannya.

19. Kakak-kakak dan adik tingkat angkatan 2014, 2015, 2016, 2018, dan 2019 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas bantuan, ilmu dan semangat selama masa perkuliahan
20. BPH COIN (Nabilla, mbak Ajeng, Aldi, Andes, Cik, Dilla, Ega, Endah, Epan, Hani, Nadilla, Sheli, Puput, Puttam, Rama, Redo, Redho, Ulva, dan Wanda) terutama untuk nabilla makasih atas kerjasamanya bil dan maaf untuk segala kekurangan. Makasih juga buat BPH lainnya untuk pengalaman, kerjasama dan dukungan. Banyak pelajaran yang dapat diambil dari kalian dan mohon maaf karena kurang maksimal dalam kebersamai.
21. KKN (Aci, El, Febby, Indah, Iqbal, Nadia, Vadia, Vivi, Wahyu dan Yuli) serta semua yang membantu saat KKN terimakasih untuk bantuan, kerjasama dan hiburannya selama KKN. Terutama untuk Febby dan Vadia teman sejurusan yang sering cek-cok tiap pagi, makasih atas bantuan dan kerjasamanya. Mohon maaf untuk semua kesalahan selama KKN.
22. HIMAKI, IMETTA, KOSMIC terima kasih pernah menjadi sempat singgah dan maaf jika kurang aktif kebersamai setiap kegiatan.
23. Rekan PERMATA di Universitas Gadjah Mada, Universitas Tadulako dan Universitas Pattimura terimakasih atas kerjasama dan bantuannya selama perkuliahan berlangsung. Banyak ilmu dan pengalaman baru dengan atmosfer yang berbeda saat perkuliahan. Senang bisa mengenal kalian dan semoga bisa bertemu di lain kesempatan.
24. Untuk diriku sendiri, terimakasih sudah berusaha untuk selalu melangkah dalam setiap keadaan. Semangat untuk kedepannya dan hilangkan rasa malas yang ada serta ambil hikmah di setiap proses agar menjadi lebih baik kedepannya.
25. Semua pihak tertentu yang telah membantu dan memberikan informasi baik secara langsung ataupun tidak sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Semoga bantuan kalian menjadi kemudahan dalam menjalankan kehidupan yang dirahmati

Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, Februari 2022

Penulis

SUMMARY

SYNTHESIS OF Fe₃O₄-TiO₂ AND ITS APPLICATIONS IN PHOTODEGRADATION OF METHYLENE BLUE

Nur Fitriani Nafasari: Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T.
and Fahma Riyanti, M.Si.

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

x+ 70 pages, 13 pictures, 4 tabels, 20 attachments

Research entitled Fe₃O₄-TiO₂ and its application to the photodegradation of methylene blue dye had been investigated. Fe₃O₄-TiO₂ composites had been prepared with mass ratios (1:1), (1:2) and (2:1) and were characterized using XRD, SEM-EDS and UV-Vis DRS instruments. The photodegradation process of methylene blue had been carried out in several variables including the effect of the initial concentration of methylene blue and the effect of the photodegradation time of methylene blue and at conditions above pH_{pzc}. The results of XRD characterization of Fe₃O₄-TiO₂ composite showed the formation of a typical peak at an angle of 2θ around 25.34°. The energy band gap values of Fe₃O₄-TiO₂ (1:1), (1:2) and (2:1) from the results of the UV-Vis DRS characterization were 2.06 eV; 2.05 eV and 2.064 eV. The morphology of the Fe₃O₄-TiO₂ composite, which was characterized using SEM-EDS showed a small round shape, tends to be homogeneous, smooth surface and small pores with the elemental composition of Fe, Ti and O being 61.38%; 18.20% and 20.48%, respectively. Based on the instrumentation, composite Fe₃O₄-TiO₂ (1:2) was chosen as photocatalyst to degrade methylene blue. The best conditions for photodegradation were obtained from the effect of the initial dye concentration of 5 mg/L and a contact time of 180 minutes at pH 5 with the highest percentage reduction in concentration of 68.45% and 66.53%, respectively. The results showed that the Fe₃O₄-TiO₂ composite was able to degrade methylene blue.

Keywords : Composite, Fe₃O₄-TiO₂, Photodegradation, Methylene Blue

Citation : 44 (2002-2021)

RINGKASAN

SINTESIS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ DAN APLIKASINYA PADA FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU

Nur Fitriani Nafasari: Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T.
dan Fahma Riyanti, M.Si.

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

x+ 70 halaman, 13 gambar, 4 tabel, 20 lampiran

Penelitian dengan judul $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan aplikasinya pada fotodegradasi zat warna metilen biru telah dilakukan. Komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dibuat dengan perbandingan massa (1:1), (1:2) dan (2:1) serta dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM-EDS dan UV-Vis DRS. Proses fotodegradasi metilen biru dilakukan dengan beberapa variabel diantaranya pengaruh konsentrasi awal zat warna metilen biru dan pengaruh waktu fotodegradasi zat warna metilen biru serta pada kondisi di atas pH_{pzc}. Hasil karakterisasi XRD komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ menunjukkan terbentuknya puncak khas pada sudut 2θ di sekitar $25,34^\circ$. Nilai celah pita energi $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:1), (1:2) dan (2:1) dari hasil karakterisasi UV-Vis DRS sebesar 2,06 eV; 2,05 eV dan 2,064 eV. Morfologi komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ yang dikarakterisasi menggunakan SEM-EDS menunjukkan bentuk bulat kecil, cenderung homogen, permukaan yang halus serta pori yang kecil dengan komposisi unsur penyusun Fe, Ti dan O masing-masing 61,38%; 18,20% dan 20,42%. Berdasarkan hasil instrumentasi, komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:2) dipilih sebagai fotokatalis untuk mendegradasi metilen biru. Kondisi terbaik fotodegradasi diperoleh pada pengaruh konsentrasi awal zat warna 5 mg/L dan waktu kontak 180 menit pada pH 5 dengan persen efektivitas penurunan konsentrasi tertinggi masing-masing 68,45% dan 66,53%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ komposit mampu mendegradasi metilen biru.

Kata kunci : Komposit, $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$, Fotodegradasi, Metilen Biru
Sitasi : 44 (2002-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
MAKALAH TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xii
RINGKASAN	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Metilen Biru	4
2.2 Fotodegradasi	4
2.3 Titanium Dioksida (TiO ₂)	5
2.4 Logam Fe ₃ O ₄	6
2.5 Metode Sol-Gel	6
2.6 Komposit Fe ₃ O ₄ -TiO ₂	7
2.7 Karakterisasi	7
2.7.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	7
2.7.2 <i>Ultra Violet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy</i> (UV-Vis DRS)	9

2.7.3	<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectrometry (SEM-EDS)</i>	9
2.7.4	Spektrofotometer UV-Vis	10
BAB III	METODOGI PENELITIAN	12
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2	Alat dan Bahan	12
3.2.1	Alat	12
3.2.2	Bahan	12
3.3	Prosedur Penelitian	13
3.3.1	Sintesis Komposit Fe ₃ O ₄ -TiO ₂	13
3.3.2	Penentuan pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc)	13
3.3.3	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru	13
3.3.3.1	Pembuatan Larutan Induk Metilen Biru 1000 mg/L	13
3.3.3.2	Penentuan Panjang Gelombang pada Absorbansi Maksimum	14
3.3.3.3	Pembuatan Kurva Kalibrasi Metilen Biru	14
3.3.4	Fotodegradasi Metilen Biru dengan Fotokatalis Fe ₃ O ₄ -TiO ₂	14
3.3.4.1	Pengaruh Konsentrasi Awal Zat Warna Metilen Biru	14
3.3.4.2	Pengaruh Waktu Kontak Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru	14
3.3.5	Analisis Data	15
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1	Sintesis Fe ₃ O ₄ -TiO ₂	17
4.2	Karakterisasi Material	18
4.2.1	Hasil Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	18
4.2.2	Hasil Karakterisasi Ultra Violet-Visible <i>Diffuse Reflectance Spectroscopy</i> (UV-Vis DRS)	20
4.2.3	Hasil Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectrometry</i> (SEM-EDS)	21
4.3	pH <i>Point Zero Charge</i> (pHpzc) Fe ₃ O ₄ -TiO ₂ (1:2)	23
4.4	Fotodegradasi Metilen Biru	24

4.4.1	Pengaruh Konsentrasi Awal Zat Warna Metilen Biru	24
4.4.2	Pengaruh Waktu Kontak Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru	26
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1	Kesimpulan	28
5.2	Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur metilen biru	4
Gambar 2. Skema fotodegradasi	5
Gambar 3. Pemantulan cahaya pada bidang kristal	8
Gambar 4. Difraksi yang terjadi akibat interferensi destruktif	8
Gambar 5. Hasil analisis SEM Fe ₃ O ₄ -TiO ₂	10
Gambar 6. Hasil analisis EDS	10
Gambar 7. Fe ₃ O ₄ didekatkan dengan magnet eksternal	17
Gambar 8. Hasil sintesis komposit Fe ₃ O ₄ -TiO ₂ (a) (1:1), (b) (1:2) dan (c) (2:1)	18
Gambar 9. Difraktogram XRD: (a) Fe ₃ O ₄ (b) TiO ₂ (c) Fe ₃ O ₄ -TiO ₂ (1:1)	18
Gambar 10. Morfologi SEM pada perbesaran 25000x (a) Fe ₃ O ₄ (b) TiO ₂ (c) Fe ₃ O ₄ -TiO ₂ (1:2)	22
Gambar 11. Kurva pH _{pzc} Fe ₃ O ₄ -TiO ₂ (1:2)	23
Gambar 12. Kurva pengaruh konsentrasi awal zat warna metilen biru	25
Gambar 13. Kurva pengaruh waktu kontak fotodegradasi zat warna metilen biru	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Penentuan ratio terbaik $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dengan karakterisasi XRD dan UV-Vis DRS	15
Tabel 2. Analisis data pengaruh variasi konsentrasi awal zat warna dan waktu kontak fotodegradasi metilen biru	16
Tabel 3. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS	20
Tabel 4. Komposisi unsur-unsur penyusun Fe_3O_4 , TiO_2 dan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:2)...	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Perbandingan variasi massa $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$	35
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD Fe_3O_4	36
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD TiO_2	38
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:1)	40
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi XRD $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:2)	42
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi XRD $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (2:1)	44
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS Fe_3O_4	47
Lampiran 8. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS TiO_2	49
Lampiran 9. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:1)	52
Lampiran 10. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:2)	54
Lampiran 11. Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (2:1)	56
Lampiran 12. Hasil Karakterisasi SEM-EDS Fe_3O_4	58
Lampiran 13. Hasil Karakterisasi SEM-EDS TiO_2	59
Lampiran 14. Hasil Karakterisasi SEM-EDS $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:2)	60
Lampiran 15. Analisis pH Point Zero Change (pHpzc)	61
Lampiran 16. Panjang Gelombang pada Serapan Maksimum Metilen Biru	62
Lampiran 17. Pembuatan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru	63
Lampiran 18. Data Pengaruh Konsentrasi awal pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru menggunakan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$	64
Lampiran 19. Data Pengaruh Waktu Kontak pada Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru menggunakan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$	67
Lampiran 20. Gambar Penelitian	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zat warna metilen biru merupakan zat warna thiazine yang biasa digunakan pada industri tekstil. Penggunaan zat warna metilen biru biasanya pada pewarnaan dasar kain katun dan kain mori. Keunggulan dari zat warna ini diantaranya mudah diperoleh dan harganya relatif murah. Akan tetapi pemakaian berlebihan pada zat warna metilen biru dapat membahayakan bagi lingkungan serta menimbulkan sianosis, iritasi pada saluran pencernaan dan iritasi pada kulit (Diantariani dkk, 2014).

Penanganan zat warna metilen biru dapat diatasi dengan metode fotodegradasi. Fotodegradasi memiliki keunggulan diantaranya membutuhkan reaktor sederhana, produk yang dihasilkan ramah lingkungan dan metodenya mudah untuk dilakukan (Perdana dkk, 2014). Fotodegradasi akan menguraikan zat warna menjadi komponen-komponen sederhana. Metode ini biasanya menggunakan katalis semikonduktor dan radiasi sinar ultra violet. Prinsip fotodegradasi sama dengan proses fotokatalitik (Saraswati dkk, 2015). Proses fotokatalitik akan membentuk pasangan elektron hole positif pada semikonduktor yang akan mengalami reaksi redoks dan menghasilkan radikal hidroksil yang dapat mendegradasi zat warna (Sakti dkk, 2013).

TiO₂ merupakan semikonduktor yang dapat digunakan untuk mengatasi polutan. Beberapa keunggulan pada TiO₂ diantaranya memiliki energy *band gap* sebesar 3,2 eV, bersifat non toksik, tersedia dalam jumlah yang besar di alam dan harganya terjangkau (Andari dan Wardhani, 2014). Terdapat kendala pada pengumpulan kembali TiO₂ karena susah dipisahkan dari zat warna. Hal ini dapat diatasi dengan cara penambahan material pendukung yaitu Fe₃O₄. Fe₃O₄ bersifat magnetik dan dapat menarik semua senyawa yang bermuatan sehingga TiO₂ dapat dengan mudah dipisahkan dari zat warna (Fisli *et al*, 2013).

Mercyrani *et al* (2018) telah melakukan penelitian pada fotodegradasi *Orange G* menggunakan Fe₃O₄-TiO₂. Mercyrani *et al* (2018) melakukan perbandingan ratio massa komposit Fe₃O₄-TiO₂ sebesar (0,2:0,8; 0,5:0,5 dan 0,8:0,2). Hasilnya menunjukkan aktivitas sebesar 60% pada fotodegradasi *Orange G* dengan

perbandingan terbaik 0,8:0,2. Selain itu Agnestisia (2017) telah melakukan sintesis magnetit Fe_3O_4 yang menunjukkan hasil bahwa magnetit dapat mempercepat pemisahan dengan menggunakan magnet permanen.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan Mercyrani *et al* (2018) maka pada penelitian ini dilakukan pengaplikasian $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ pada zat warna lain yaitu metilen biru serta dilakukan perbandingan ratio massa $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ (1:1, 1:2, dan 2:1). Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ menggunakan metode sol-gel. Diharapkan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dengan ratio massa terbaik dapat mendegradasi metilen biru dan dapat dengan mudah dipisahkan dari zat warna menggunakan magnet eksternal. Ratio terbaik $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ ditentukan dengan melakukan karakterisasi menggunakan XRD, UV-Vis DRS dan SEM-EDS. Adapun variabel yang digunakan yaitu pengaruh konsentrasi awal zat warna dan waktu kontak fotodegradasi metilen biru. Pengaruh konsentrasi awal zat warna metilen biru pada variasi konsentrasi metilen biru 1, 2, 3, 4 dan 5 mg/L. Pengaruh waktu kontak fotodegradasi metilen biru pada variasi waktu kontak 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Variasi pengaruh konsentrasi awal zat warna dan waktu kontak fotodegradasi metilen biru digunakan untuk mengetahui kondisi terbaik dengan ratio massa terbaik $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan aplikasinya pada fotodegradasi zat warna metilen biru.

1.2 Rumusan Masalah

$\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ merupakan semikonduktor yang dapat berperan sebagai fotokatalis untuk fotodegradasi pada zat warna metilen biru. $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dengan ratio terbaik dapat diketahui dengan melakukan perbandingan ratio massa dan karakterisasinya menggunakan XRD, UV-Vis DRS dan SEM-EDS. Pengaplikasian $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ pada fotodegradasi zat warna metilen biru dapat dipelajari dengan melakukan variasi pengaruh konsentrasi awal zat warna dan waktu kontak fotodegradasi metilen biru.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan ratio massa terbaik $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan karakterisasinya menggunakan XRD, UV-Vis DRS dan SEM-EDS

2. Mengetahui pengaruh konsentrasi awal zat warna dan waktu kontak degradasi pada penambahan $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan aplikasinya pada fotodegradasi zat warna metilen biru

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharap dapat bermanfaat untuk pengetahuan mengenai sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-TiO}_2$ dan aplikasinya pada fotodegradasi zat warna metilen biru

DAFTAR PUSTAKA

- Agnestisia, R. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe_3O_4) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Methylene Blue. *Sains dan Terapan Kimia*, 11(2): 61-70.
- Aliah, H., dan Karlina, Y. (2015). Semikonduktor TiO_2 sebagai Material Fotokatalis Berulang. *Jurnal Istek*, 9(1): 185-203.
- Andari, N. D., dan Wardhani, S. (2014). Fotokatalis TiO -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru. *Chemistry Program*, 7(1): 9-14.
- Amri, S., dan Utomo, M. P. (2017). Preparasi dan Karakterisasi Komposit ZnO -Zeolit untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *Preparasi dan Karakterisasi*, 6(2): 29-30.
- Balonis, M., Lothenbach, B., Saout, G. L., and Glasser, F. P. (2010). Impact of Chloride On The Mineralogy of Hydrated Portland Cement Systems. *Cement and Concrete Research*, 40(7): 1009-1022.
- Chang, J., Zhang, Q., Liu, Y., Shi, Y., and Qin, Z. (2018). Preparation of Fe_3O_4 - TiO_2 Magnetic Photocatalyst for Photochatalytic Degradation of Phenol. *Journal of Material Science: Materials in Electron*, 29(10): 8258-8266.
- Day, R. A., dan Underwood, A.L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Devi, M *et al.* (2019). New Approach for The Transformation Of Metallic Waste Into Nanostructured Fe_3O_4 And SnO_2 - Fe_3O_4 Heterostructure and Their Application In Treatment of Organic Pollutant. *International Journal of Waste Management*, 87: 719-730.
- Dewi, S. H., dan Ridwan. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 Magnetik untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 13(2): 137-138.
- Diantariani, N., Widihati, I., dan Megasari, I. R. (2014). Fotodegradasi Metilen Biru dengan Sinar Ultraviolet dan Katalis ZnO . *Jurnal Kimia*, 8(1): 137-143.

- Fajrianti, E., Mustofa, D., dan Refinel. (2015). Optimasi Transpor Metilen Biru melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah. *Jurnal Kimia Unand*, 4(4): 3-6.
- Fisli, A., Saridewi, R., Dewi, S. H., and Gunlazuardi, J. (2013). Preparation and Characterization of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Composites by Heteroagglomeration. *Advanced Materials Research*, 626(1): 131-137.
- Hariani, P.L., Faizal, F., Ridwan., Marsi., and Setiabudidaya, D. (2013). Synthesis and Properties of Fe_3O_4 Nanoparticles by Co-precipitation Method to Removal Precion Dye. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(3): 336-340.
- Hindryawati, N. (2020). *Fotokatalisis dalam Pengolahan Limbah Tekstil*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kesuma, R. F., Yuliati, L., dan Brotosudarmo, T. H. P. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Optik Eosin Y@Metal Organic Framework Zirkonium Naftalendikarboksilat. *Journal of Natural Science*, 6(1): 39 – 45.
- Kunarti, E. S., Kartini, I., Syoufian, A., and Widyandari, K. M. (2018). Synthesis and Photoactivity of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2\text{-Co}$ as a Magnetically Separable Visible Light Responsive Photocatalyst. *Indonesian Journal Chemistry*, 18(3): 403-410.
- Lubis, K. (2015). Metoda-Metoda Karakterisasi Nanopartikel Perak. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(79): 50–55.
- Mahy, J. G *et al.* (2019). Ambient Temperature ZrO_2 -doped TiO_2 Crystalline Photocatalysts: Highly Efficient Powders and Films for Water Depollution. *Materials Today Energy*, 13(1): 312–322.
- Mairoza, A., dan Astuti. (2016). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe_3O_4 dari Batuan Besi menggunakan Asam Laurat sebagai Zat Aditif. *Jurnal Fisika Unand*, 5(3): 283-286.
- Mercyrani, B., Hernandez-Maya, R., Solis-Lopez, M., Christeena, T., dan Velumani, S. (2018). Photocatalytic Degradation of Orange G using

- TiO₂/Fe₃O₄ nanocomposite. *Journal of Material Science: Materials in Electronics*, 29(8):1-9.
- Naimah, S., A, S. A., Jati, B. N., Aidha, N. N., dan C, A. A. (2014). Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik menggunakan Nanokomposit TiO₂-Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*, 36(1): 226-227.
- Nengsih, S. (2019). Karakteristik Nanopartikel Magnetite Besi Oksida Lampanah Aceh Besar Melalui Metode Kopresipitasi. *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1): 76-85.
- Ohtani, B., Prieto-Mahaney, O.O., dan Abe, D. Li. R. (2010). What is Degussa (Evonik) P25? Crystalline Composition Analysis, Reconstruction from Isolated Pure Particles and Photocatalytic Activity Test. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 216 (2-3): 179-182.
- 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.
- Rahmayanti, M. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Magnetit (Fe₃O₄): Studi Komparasi Metode Konvensional dan Metode Sonokimia. *Al Ulum Sains dan Teknologi*, 6(1): 26-31.
- Rampengan, A. M., dan Polii, J. (2019). Analisis Struktur Kristal Polyetilen Glicol (PEG-4000) Coated Nanopartikel Magnetite (Fe₃O₄). *Fulleren Journal Of Chemistry*, 4(2): 82-85.
- Reinosa, J. J., Leret, P., Alvarez-Docio, C. M., Campo, A. D., and Fernandez, J. F. (2016). Enhancement of UV Absorption Behavior in ZnO-TiO₂ Composites. *Boletín Dela Sociedad Española De Cerámica Y Vidrio*, 55(2): 55-62.
- Riskiani, E., Suprihatin, I. E., dan Sibrani, J. (2019). Fotokatalis Bentonit-Fe₂O₃ untuk Degradasi Zat Warna Remazol Brilliant Blue. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, 7(1): 46-54.
- Rizqi, H. D., dan Purnomo, A. S. (2014). Biodegradasi Pewarna Metilen Biru oleh

Daedalea Dickinsii. *Jurnal Seni Dan Sains*, 2(1): 1–6.

- Riyanto, C. A., dan Wibowo, N. A. (2019). Karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ dan Aplikasinya dalam Adsorpsi Ni(II) dan Co(II). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(1): 26-30.
- Safaat, M. (2020). Potensi Logam Oksida sebagai Fotokatalis pada Fotodegradasi. *Oseana*, 45(1): 40-58.
- Sakti, R. B., Subagio, A., dan Sutanto, H. (2013). Sintesis Lapisan Tipis Nanokomposit TiO₂/CNT menggunakan Metode Sol-Gel dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Zat Warna Azo Orange 3R. *Youngster Physics Journal*, 2(1): 41-48.
- Salamat, S., Younesi, H., and Bahramifar, N., (2017). Synthesis of Magnetic Coreshell Fe₃O₄@TiO₂ Nanoparticles from Electric Arc Furnace Dust for Photocatalytic Degradation of Steel Mill Wastewater. *The Royal Society of Chemistry*, 7(31): 19391-19405.
- 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.
- Setiabudi, A., Hardian, R., dan Muzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI Press.
- Suhartati, T. (2013). *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Bandar Lampung: Aura.
- Sukarta, I. N., Ayuni, N. S. P., Sastrawidana, I. D. K., Sudiana, I. K., dan P, P. S. A. P. (2019). Degradasi Zat Warna Rhemazol Blue secara Fotokatalitik menggunakan Komposit TiO₂-Batu Apung sebagai Fotokatalis. *Jurnal Matematika, Sains dan Pembelajarannya*, 13(2): 1-13.
- Supriyanto, E. Holikin, A., dan Suwardiyanto. (2015). Pengaruh Thermal Annealing terhadap Struktur Kristal dan Morfologi Bubuk Titanium Dioksida (TiO₂). *Jurnal Ilmu Dasar*, 15(1): 37–41.

- Vianney, Y. M., Rosalyn, I., and Angela, S. (2018). Solar Based Photochatalytic Decolorization of Four Commercial Reactive Dyes Utilizing Bound $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Nanocomposite. *Indonesian Journal Chemistry*, 18(4): 621-631.
- Vinosel, V. M., Anand, S., Janifer, M. A., Pauline, S., Dhanavel, S., Praveena, P., dan Stephan, A. (2019). Preparation and Performance of $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{TiO}_2$ Nanocomposite with Enchanced Photo-Fenton Activity For Photochatalysis by Facile Hidrothermal Method. *Applied Physics A*, 125(5): 318-330.
- Wardhani, S., Bahari, A., dan Khunur, M. M. (2016). Aktifitas Fotokatalitik Beads $\text{TiO}_2\text{-N}/\text{Zeolit-Kitosan}$ pada Fotodegradasi Metilen Biru (kajian Pengembangan Sumber Sinar dan Lama Penyinaran). *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 3(2): 78–84.
- Wardiyati, S., Fisli, A., dan Yusuf, S. (2012). Sintesis Nanokatalis TiO_2 Anatase dalam Larutan Elektrolit dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 15(3): 153-157.
- 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.
- Zhang, Q *et al.* (2020). A Novel Method for Facile Preparation of Recoverable $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2$ Core-Shell Nanospheres and Their Advanced Photocatalytic Application. *Chemical Physics Letters*. 761(1): 1-10.