

**INVESTIGASI PERBEDAAN PENYINARAN TERHADAP KEMAMPUAN
DEGRADASI DARI FOTOKATALIS MAGNETIT-TIO₂ PADA LIMBAH ZAT
WARNA METILEN BIRU**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Oleh:
CUT NURUL MAHYA IRAYANA
NIM. 190702091
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2024 M/1446 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

INVESTIGASI PERBEDAAN PENYINARAN TERHADAP KEMAMPUAN DEGRADASI DARI FOTOKATALIS MAGNETIT-TiO₂ PADA LIMBAH ZAT WARNA METILEN BIRU

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

CUT NURUL MAHYA IRAYANA
NIM. 190702091

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

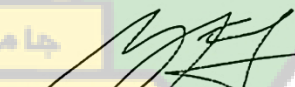
Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II




Sri Nengsih, S.Si., M.Sc
NIDN. 2010088501



M. Fajsi Ikhwali, M.Eng
NIDN. 2008109101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, M.Sc
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

INVESTIGASI PERBEDAAN PENYINARAN TERHADAP KEMAMPUAN DEGRADASI DARI FOTOKATALIS MAGNETIT-TiO₂ PADA LIMBAH ZAT WARNA METILEN BIRU

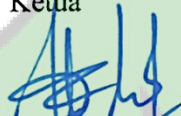
TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana Teknik (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu/ 17 Juli 2024
Rabu/ 11 Muharram 1446 H

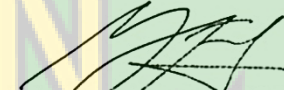
Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketia



Sri Nengsih, S.Si., M.Sc
NIDN. 2010088501

Sekretaris



M. Faisi Ikhwal, M.Eng
NIDN. 2008109101

Penguji I



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Penguji II



Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2016067801

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Cut Nurul Mahya Irayana
NIM : 190702091
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Investigasi Perbedaan Penyinaran Terhadap Kemampuan Degradasi Dari Fotokatalis Magnetit-TiO₂ Pada Limbah Zat Warna Metilen Biru

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh 17 Juli 2024



Cut Nurul Mahya Irayana

ABSTRAK

Nama : Cut Nurul Mahya Irayana
NIM : 190702091
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Investigasi Perbedaan Penyinaran Terhadap Kemampuan Degradasi Dari Fotokatalis Magnetit-TiO₂ Pada Limbah Zat Warna Metilen Biru
Tanggal Sidang : 17 Juli 2024
Jumlah Halaman : 80
Pembimbing I : Sri Nengsih, M. Sc
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwali, M. Eng.,
Kata Kunci : Fotodegradasi, Magnetit-TiO₂, Variasi Penyinaran, Metilen Biru

Limbah zat warna yang dihasilkan industri tekstil umumnya mengandung sejumlah senyawa organik dan anorganik yang berbahaya dan beracun. Limbah zat warna dapat mengaibakan kualitas air menurun apabila tidak diolah terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan fotokatalitik magnetit-TiO₂ dan pengaruh variasi penyinaran terhadap kemampuan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂ pada zat warna metilen biru. Penelitian ini dilakukan dengan metode fotodegradasi dengan variasi penyinaran yaitu menggunakan sinar UV, sinar tampak dan sinar matahari. Magnetit pasir besi yang berasal dari Pantai Anoi Itam, kota Sabang disintesis dengan metode kopresipitasi dan digabungkan dengan TiO₂ melalui metode pengadukan mekanik melalui shaker. Karakterisasi hasil katalis magnetit-TiO₂ dilakukan menggunakan XRD, SEM dan VSM. Data XRD diperoleh nilai rata-rata ukuran kristal TiO₂ sebesar 30,76 nm dan gabungan sebesar 34,82 nm. Dari pengukuran VSM didapatkan Mr sebesar 5,78 emu/gr, Ms sebesar 14,21 emu/gr, Hc sebesar -0,0218 T dan didapatkan katalisnya dalam kelompok magnetik lunak. Sedangkan dari pengukuran SEM terlihat morfologinya mengalami aglomerasi pada ukuran pembesaran 0,5 mikrometer. Hasil dari fotodegradasi magnetit-TiO₂ terhadap zat warna metilen biru dengan sinar UV pada waktu kontak 90 menit berhasil mendegradasi zat warna metilen biru sebesar 28,09%, dengan menggunakan sinar tampak pada waktu kontak 90 menit sebesar 33,86% dan dengan sinar matahari pada waktu kontak 30 menit berhasil mendegradasi zat warna metilen biru sebesar 58% . Dapat disimpulkan bahwa kemampuan degradasi ini pada metilen biru menunjukkan kinerja baik untuk waktu kontak dan baik untuk variasi penyinaran yaitu pada sinar UV, sinar tampak dan sinar matahari. Namun sinar yang paling efektif dalam mendegradasi metilen biru adalah dengan menggunakan sinar matahari yaitu sebesar 58%.

ABSTRACT

Name : Cut Nurul Mahya Irayana
NIM : 190702091
Study Program : Environmental Engineering
Title : Investigation of Irradiation Differences on the Degradation Capability of Magnetite-TiO₂ Photocatalyst on Methylene Blue Substance Waste
Date of Session : 17 Juli 2024
Number of Pages : 81
Advisor I : Sri Nengsih, M. Sc
Supervisor II : M. Faisi Ikhwal, M. Eng.,
Keywords : Photodegradation, Magnetite-TiO₂, Irradiance Variation, Methylene Blue

The Dye wastewater generated by the textile industry generally contains a variety of hazardous and toxic organic and inorganic compounds. If not treated beforehand, dye wastewater can lead to a decline in water quality. This study aims to evaluate the photocatalytic ability of magnetite-TiO₂ and the effect of different light sources on the degradation capacity of magnetite- TiO₂ photocatalysts for methylene blue dye. The research was conducted using a photodegradation method with variations in light sources, including UV light, visible light, and sunlight. Iron sand magnetite from Anoi Itam Beach, Sabang City, was synthesized using the coprecipitation method and combined with TiO₂ through mechanical stirring using a shaker. Characterization of the magnetite- TiO₂ catalyst was performed using XRD, SEM, and VSM. XRD data revealed an average TiO₂ crystal size of 30.76 nm and a combined size of 34.82 nm. VSM measurements showed an Mr value of 5.78 emu/g, Ms value of 14.21 emu/g, and Hc value of -0.0218 T, categorizing the catalyst as soft magnetic. SEM measurements indicated that the morphology experienced agglomeration at a magnification of 0.5 micrometers. The results of the photodegradation of magnetite- TiO₂ on methylene blue dye with UV light for 90 minutes of contact time achieved a 28.09% degradation, with visible light achieving a 33.86% degradation in 90 minutes, and sunlight achieving a 58% degradation in 30 minutes. It can be concluded that the degradation ability for methylene blue shows good performance for both contact time and light variations, including UV light, visible light, and sunlight. However, sunlight is the most effective light source for degrading methylene blue, achieving a 58% degradation rate.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya yang tidak terhingga, khususnya nikmat Iman dan Islam, yang dengan keduanya diperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat. Sholawat dan Salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman.

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT tugas akhir ini telah dapat penulis selesaikan. Penulis mengambil judul tugas akhir yaitu “Investigasi Perbedaan Penyinaran Terhadap Kemampuan Degradasi Dari Fotokatalis Magnetit-TiO₂ Pada Limbah Zat Warna Metilen Biru”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam penulisan ini banyak pihak-pihak yang telah memberi dukungan serta bantuan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ayahanda Teuku Muhammad Ikrar dan Ibunda Munira, selaku orang tua yang selalu memberi semangat, dukungan dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Kemudian, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT. IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Sri Nengsih, M.Sc, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan nasehat serta arahan dari penyusunan proposal sehingga tugas akhir ini disusun dengan sebaik mungkin.

5. Bapak M. Faisi Ikhwalı M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan nasehat serta arahan serta dosen penguji II pada seminar proposal.
6. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Dosen Penguji I dalam pelaksanaan sidang tugas akhir saya.
7. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc. selaku Dosen Penguji II dalam pelaksanaan sidang tugas akhir saya.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, yang senantiasa telah berbagi ilmu baik secara selama perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam proses penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan penulisan tugas akhir ini.

Banda Aceh, Juli 2024

Penulis

Cut Nurul Mahya Irayana

NIM.190702091

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.2 Fotokatalitik.....	7
2.4 Zat Warna	10
2.5 Metilen Biru.....	11
2.6 Metode Kopersipitasi.....	12
2.7 Pasir Besi.....	13
2.8 Spektrofotometer UV- Vis.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Rancangan Penelitian	17
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2.1 Waktu Penelitian.....	18

3.2.2 Lokasi Pengambilan sampel pasir besi.....	18
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.3.1 Alat.....	19
3.3.2 Bahan.....	23
3.4 Prosedur Peneitian.....	24
3.4.1 Preparasi Pasir Besi.....	24
3.4.2 Proses Sintesis Serbuk Pasir Besi.....	25
3.4.3 Penggabungan Magnetit-TiO ₂	26
3.4.4 Proses Pengujian Katalis.....	26
3.4.5 Desain Reaktor.....	27
3.4.6 Pembuatan Limbah Metilen Biru.....	29
3.4.7 Proses Degradasi Metilen Biru Menggunakan Magnetit-TiO ₂	30
3.5 Analisis Data.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Kemampuan Fotodegradasi Variasi Penyinaran.....	34
4.1.1 Preparasi pasir besi dan Sintesis Pasir Besi.....	34
4.1.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	38
4.1.4 <i>Vibrating sample magnetometer</i> (VSM).....	39
4.2 Pengaruh Waktu Dan Variasi Penyinaran Dari Proses Degradasi.....	40
4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Metilen Biru Sebelum Degradasi.....	40
4.2.2 Fotodegradasi Metilen Biru dan Spektrum Absorbansi Pada Kondisi Gelap (Tanpa Penyinaran).....	41
4.2.3 Fotodegradasi larutan Metilen Biru dan Spektrum Gelombang Maksimum Larutan Metilen Biru Dengan Sinar Ultraviolet (UV).....	43
4.2.4 Fotodegradasi larutan Metilen Biru dan Spektrum Gelombang Maksimum Larutan Metilen Biru Dengan Sinar Tampak (ST).....	45
4.2.5 Fotodegradasi larutan Metilen Biru dan Spektrum Gelombang Maksimum larutan metilen biru dengan sinar Matahari.....	47
4.2.6 Optimasi Waktu Degradasi Zat Warna Metilen Biru.....	48

BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54



DAFTAR GAMBAR

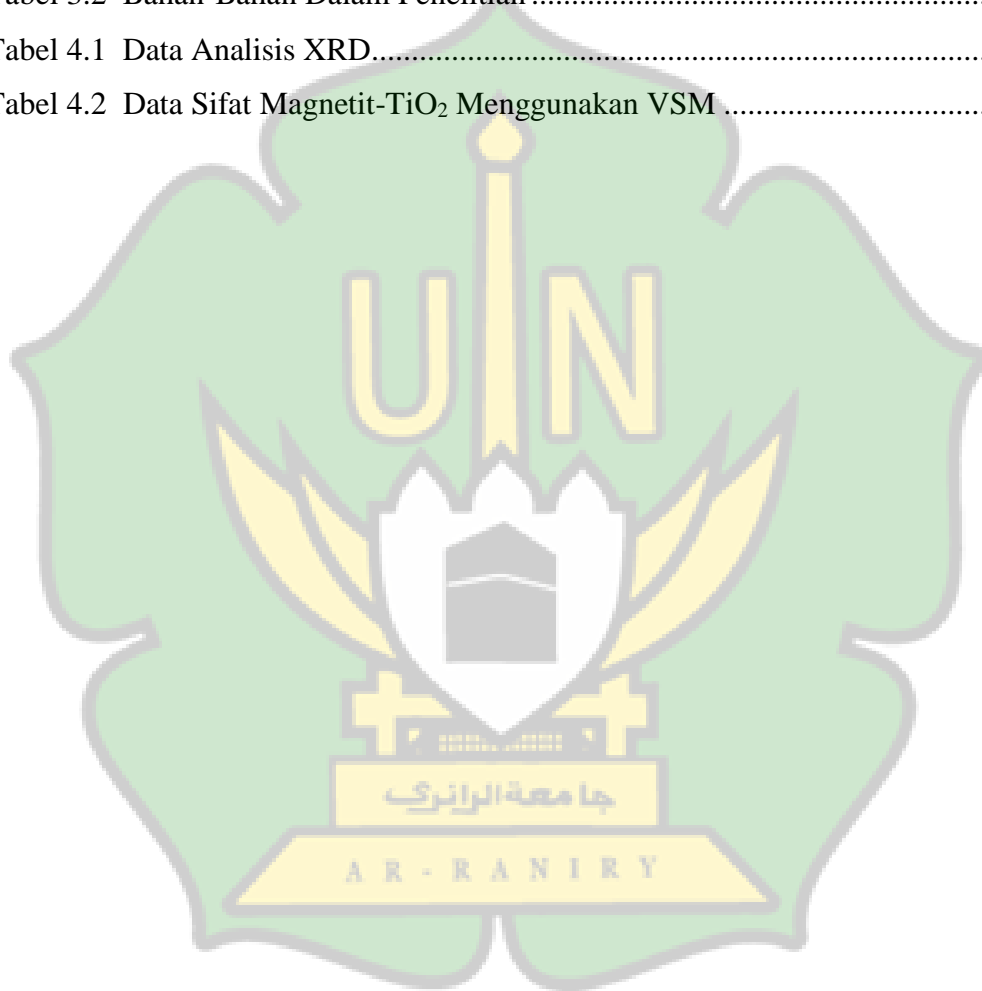
Gambar 2.1	Ilustrasi Reaksi Degradasi Fotokatalis.....	8
Gambar 2.2	Nanokristal TiO ₂ <i>Rutile, Anatase, Brookite</i>	9
Gambar 2.3	Struktur Kimia Metilen Biru.....	12
Gambar 3.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	17
Gambar 3.2	Desain Reaktor dengan Penyinaran UV.....	26
Gambar 3.3	Desain Reaktor dengan Penyinaran Sinar Tampak.....	27
Gambar 3.4	Desain Reaktor dengan Penyinaran Sinar Matahari.....	28
Gambar 3.5	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	31
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 4.1	(a) Hasil Sintesis Pasir Besi (b) Hasil Gabungan Magnetit-TiO ₂	35
Gambar 4.2	Perbandingan Difraktogram TiO ₂ dan Magnetit.....	36
Gambar 4.3	Morfologi Magnetit- TiO ₂	38
Gambar 4.4	Kurva Histerisis untuk Magnetit-TiO ₂	39
Gambar 4.5	Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru.....	41
Gambar 4.6	(a)Proses Degradasi Metilen Biru dalam Gelap (b) Sampel Metilen Biru Setelah Didegradasi dalam Gelap.....	42
Gambar 4.7	Spektrum Absorbansi pada Kondisi Gelap (Tanpa Penyinaran).....	42
Gambar 4.8	(a) Proses Degradasi Metilen Biru dengan Sinar UV (b) Sampel Metilen Biru Setelah Didegradasi dengan Sinar UV.....	43
Gambar 4.9	Spektrum Absorbansi dengan penyinaran UV	44
Gambar 4.10	(a) Proses Degradasi Metilen Biru dengan Sinar Tampak (b) Sampel Metilen Biru Setelah Didegradasi dengan Sinar Tampak...	45
Gambar 4.11	Spektrum Absorbansi dengan Penyinaran Tampak	46
Gambar 4.12	(a) Proses Degradasi Metilen Biru dengan Sinar Matahari (b)	

	(b) Sampel Metilen Biru Setelah Didegradasi dengan Sinar UV...	47
Gambar 4.13	Spektrum Metilen Biru dengan Penyinaran Matahari.....	47
Gambar 4.14	Grafik Persentase Degradasi Variasi Penyinaran.....	49



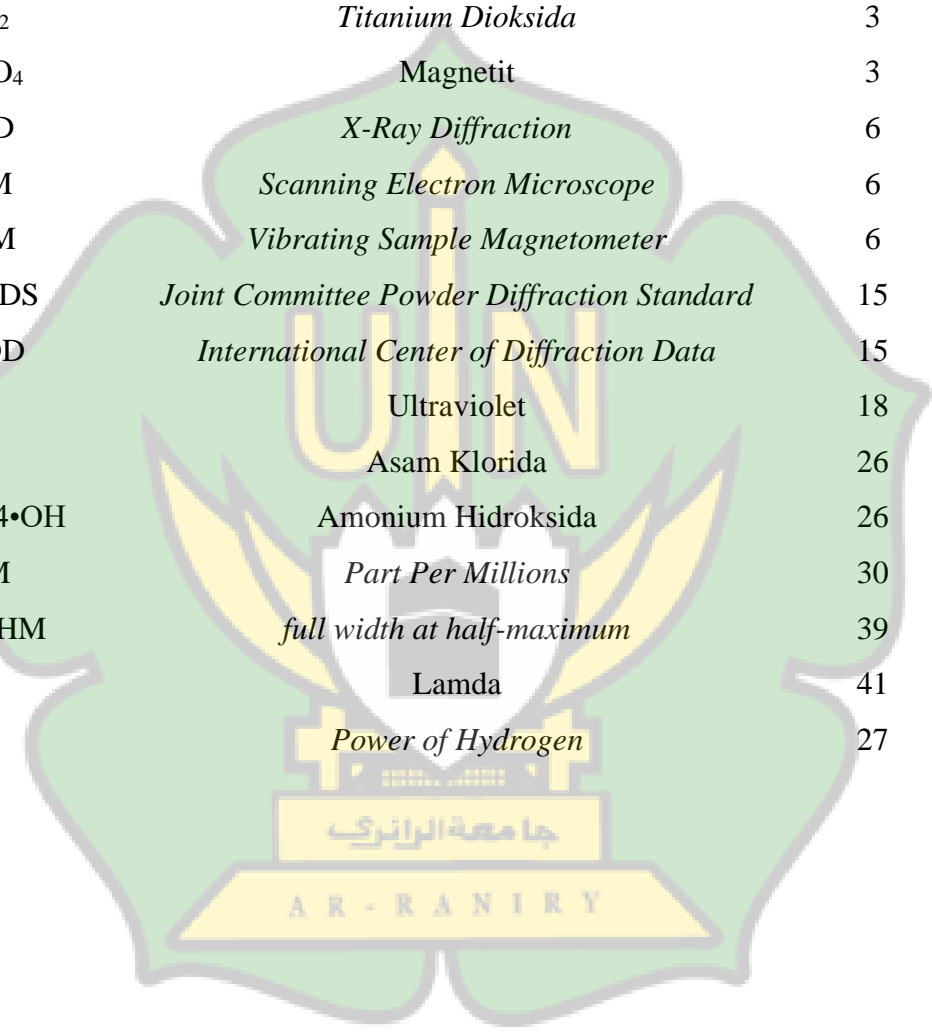
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1 Alat-Alat Dalam Penelitian.....	18
Tabel 3.2 Bahan-Bahan Dalam Penelitian	22
Tabel 4.1 Data Analisis XRD.....	36
Tabel 4.2 Data Sifat Magnetit-TiO ₂ Menggunakan VSM	39



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Lambang	Kepanjangan	Halaman
TiO ₂	<i>Titanium Dioksida</i>	3
Fe ₃ O ₄	Magnetit	3
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>	6
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>	6
VSM	<i>Vibrating Sample Magnetometer</i>	6
JCPDS	<i>Joint Committee Powder Diffraction Standard</i>	15
ICDD	<i>International Center of Diffraction Data</i>	15
UV	Ultraviolet	18
HCl	Asam Klorida	26
NH ₄ •OH	Amonium Hidroksida	26
PPM	<i>Part Per Millions</i>	30
FWHM	<i>full width at half-maximum</i>	39
λ	Lamda	41
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan pesat sektor industri saat ini mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang berpotensi menimbulkan masalah serius bagi kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Ironisnya, laju perkembangan industri yang begitu cepat ini tidak sejalan dengan upaya menjaga keseimbangan ekosistem. Salah satu isu utama yang muncul dari aktivitas industri sekarang adalah produksi limbah cair, khususnya dari industri tekstil (Rahayu dkk., 2022). Industri tekstil adalah salah satu penghasil limbah warna terbesar. Limbah ini biasanya mengandung banyak pewarna serta bahan kimia berbahaya dan beracun (Akram dkk., 2019).

Pembuangan limbah zat warna tanpa pengolahan dapat mengganggu keseimbangan ekologi di perairan. Limbah ini sulit terurai oleh mikroorganisme meskipun telah melalui pengolahan biologis konvensional atau proses oksidasi fisik (Rahayu dkk., 2022). Salah satu jenis limbah pewarna adalah metilen biru, yang dikenal sebagai pewarna dasar dengan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan pewarna lainnya (Rahayu dkk., 2022).

Metilen biru merupakan zat pewarna yang bisa menimbulkan beberapa risiko kesehatan, seperti iritasi pada saluran pencernaan ketika tertelan, menyebabkan warna kebiruan pada kulit atau membran ketika terhirup, dan menimbulkan iritasi jika bersentuhan dengan kulit. Mengingat potensi bahaya ini, tingkat kehadiran metilen biru di lingkungan harus dijaga serendah mungkin. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (Kep-51/MENLH/10/1995) tentang baku mutu limbah cair, konsentrasi maksimum yang diperbolehkan untuk metilen biru adalah antara 5 hingga 10 mg/L (Handayani dkk., 2015).

Di Pekalongan, sebuah contoh studi kasus menunjukkan bagaimana daerah ini menjadi pusat industri batik yang menghasilkan limbah pewarna dalam jumlah besar. Desa Sibangkulon, yang berdekatan dengan desa Wonoyoso, Krandenan, dan

Simbangwetan, juga dikenal sebagai pusat industri batik. Sungai Sibangkulon menjadi salah satu lokasi utama pembuangan limbah batik tersebut, seperti yang dijelaskan dalam hasil penelitian (Zammi dkk., 2018), air di sungai Sibangkulon telah terkontaminasi oleh limbah pewarna dan tidak sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan.

Menghadapi berbagai dampak buruk yang ditimbulkan, sangat penting untuk melakukan pengolahan yang tepat agar limbah pewarna dapat diminimalkan sebelum dibuang ke perairan, karena hal ini dapat mempengaruhi ekosistem. Oleh karena itu, pengelolaan limbah pewarna menjadi sangat krusial untuk kesejahteraan manusia dan kelestarian lingkungan di seluruh dunia. Sayangnya, pengurangan zat warna melalui metode biologis sering kali kurang efisien, karena sifat zat warna tersebut yang sulit untuk terurai secara alami (Wardhani dkk., 2016).

Terdapat berbagai cara untuk menghapus zat warna dari air limbah, seperti filtrasi, elektrolisis, presipitasi, penukaran ion, dan absorpsi. Kebanyakan dari metode tradisional ini cenderung mahal dan kurang ramah lingkungan. Baru-baru ini, teknik fotokatalitik untuk menguraikan zat warna telah banyak dipelajari. Fotokatalitik menggabungkan proses fotokimia dengan katalis untuk membantu degradasi zat warna, sehingga zat berbahaya dapat dikurangi (Rahayu dkk., 2022).. Fotokatalis mengonversi energi cahaya menjadi energi kimia. Selama proses ini, radikal hidroksil dihasilkan dan terlibat dalam reaksi redoks dengan senyawa organik berbahaya (polutan). Akibatnya, air menjadi jernih kembali karena terpisah dari limbah cair (Sucahya dkk., 2016).

Titanium dioksida (TiO_2) adalah salah satu bahan fotokatalitik yang paling sering digunakan karena sifatnya yang unggul dibandingkan dengan semikonduktor lainnya. Bahan ini berperan penting dalam reaksi fotokatalitik, terutama untuk pengolahan limbah. Di antara keunggulan TiO_2 adalah memiliki sifat optik yang sangat baik, tidak beracun, harganya relatif murah, dan mudah diperoleh. Selain itu, TiO_2 mempertahankan stabilitas kimia dalam rentang pH yang luas, memiliki

aktivitas fotokatalitik yang tinggi, memerlukan kondisi reaksi yang ringan, serta mampu menguraikan polutan beracun dan sulit terurai (Naimah dkk., 2014).

Meskipun TiO₂ efektif untuk pemecahan senyawa tertentu, kemampuan adsorpsinya relatif rendah. TiO₂ sering tersebar secara merata dalam larutan, yang menyebabkan interaksi yang tidak maksimal dengan polutan. Untuk meningkatkan kinerjanya, TiO₂ dapat dimodifikasi dengan menempelkannya pada mineral yang memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi. (Mufti dkk., 2016), Oleh karena itu, dalam studi ini, pasir besi dipilih sebagai bahan mineral yang memiliki sifat magnetik untuk dikombinasikan dengan TiO₂.

Pasir besi adalah jenis pasir yang memiliki kadar besi yang tinggi. Biasanya, pasir ini memiliki warna abu-abu gelap hingga hampir hitam. Salah satu mineral utama di dalamnya adalah magnetit (Fe₃O₄), yang umumnya ditemukan di kawasan pantai (Asri dkk., 2021). Magnetit, yang terdiri dari unsur besi (Fe) dan oksigen (O₂) dengan rumus kimia Fe₃O₄, dikenal sebagai mineral yang memiliki sifat magnetik. Mineral ini tidak hanya kaya akan besi tetapi juga mampu menyerap berbagai zat pencemar (Rahma. & Aini., 2019). Pasir pantai yang mengandung magnetit dapat diproses menjadi nanopartikel magnetit atau dijadikan sebagai bahan baku untuk magnet permanen (Ningsih dkk., 2019).

Untuk memperoleh mineral magnetit yang terdapat dalam pasir besi, diperlukan proses pemurnian. Proses ini dapat dilakukan dengan cara mengekstraksi pasir besi menggunakan magnet permanen. Teknik ini memanfaatkan sifat magnetik dari magnetit dalam pasir besi, memungkinkan mineral magnetit dapat diambil dan dipisahkan dari material lain yang tidak diinginkan (Sinurat dkk., 2021). Pada penelitian ini, akan dilakukan pembuatan magnetit-TiO₂ menggunakan metode kopresipitasi. Metode ini adalah salah satu teknik yang dapat diterapkan untuk menghasilkan nanopartikel magnetit melalui reaksi antara padatan dan cairan (Simamora dkk., 2016).

Metode kopresipitasi adalah teknik sintesis yang digunakan untuk membuat senyawa anorganik. Teknik ini bekerja dengan cara mengendapkan berbagai zat

secara bersamaan ketika kondisi mencapai tingkat jenuh. Prinsip utama kopresipitasi terletak pada proses pengendapan, di mana bahan-bahan awal dilarutkan dalam suatu pelarut hingga membentuk endapan sebagai produk akhir (Nasution, 2018).

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah disebutkan di atas penulis tertarik melakukan penelitian dengan mengangkat judul Investigasi Perbedaan Penyinaran Terhadap kemampuan Degradasi dari Fotokatalis magnetit-TiO₂ pada limbah zat warna metilen biru. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penyinaran terhadap kemampuan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂. Karakterisasi akan dilakukan dengan beberapa pengujian yaitu uji XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM dan UV-Vis. penelitian ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan dalam penguraian zat warna, sehingga dapat mendukung teknologi yang ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penyinaran terhadap kemampuan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂, maka dari itu penelitian ini penting dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan fotokatalitik magnetit-TiO₂ pada degradasi zat warna metilen biru?
2. Bagaimana pengaruh variasi metode penyinaran terhadap kemampuan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂ pada zat warna metilen biru?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan kemampuan fotokatalitik magnetit-TiO₂ pada degradasi zat warna metilen biru.
2. Untuk menganalisis pengaruh variasi metode penyinaran terhadap kemampuan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂ pada zat warna metilen biru.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui tujuan dari penelitian ini maka manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi dasar dalam melakukan penelitian sejenis memberikan informasi terhadap pengolahan limbah zat warna dengan degradasi dari fotokatalis magnetit-TiO₂ pada limbah zat warna metilen biru
2. Menambah pengetahuan dan juga pengalaman penulis terkait dengan pemanfaatan magnetit-TiO₂ sebagai katalisator dan mengembangkan pengetahuan atau wawasan keilmuan di bidang teknik lingkungan terutama terkait dengan fotodegradasi, penurunan pencemaran lingkungan dan kualitas air.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini digunakan magnetit dari pasir besi yang diambil di Pantai Anoi Itam Sabang. Berdasarkan penelitian dari (Nengsih, 2021), bahwa karakteristik pasir besi Pantai Anoi Itam, Kota Sabang lebih baik sifat magnetiknya dibandingkan pasir besi yang berasal dari Lampanah dan Syiah Kuala.
2. *Titanium Dioksida (TiO₂)* yang digunakan dalam penelitian ini adalah TiO₂ komersial jenis *anatase*, dikarenakan jenis ini struktur *anatase* menunjukkan aktivitas yang lebih baik dari segi kereaktifan dibandingkan dengan *Rutile* dan *Brookite* (Wardiyati dkk., 2014).
3. Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Syiah Kuala untuk pengujian XRD dan SEM dan uji VSM akan dikirimkan ke Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Kecamatan Serpong, Tangerang Selatan, Provinsi Banten.