

**Pengaruh Konsentrasi SiO₂ terhadap Sifat Magnet Katalis Fe₃O₄/SiO₂
dan kinerjanya dalam Mereduksi Zat Warna Sintesis (*Methylene Blue*)**

SKRIPSI

BIDANG STUDI FISIKA FMIPA



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains Ilmu Fisika
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Oleh :

ALMUKMINAH

NIM.08021181924007

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**Pengaruh Konsentrasi SiO₂ terhadap Sifat Magnet Katalis
Fe₃O₄/SiO₂ dan kinerjanya dalam Mereduksi Zat Warna Sintesis
(*Methylene Blue*)**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh
Gelara Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**

OLEH:

ALMUKMINAH

NIM.08021181924007

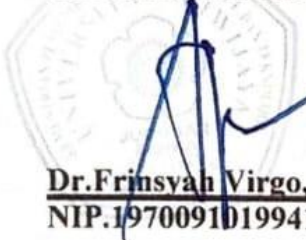
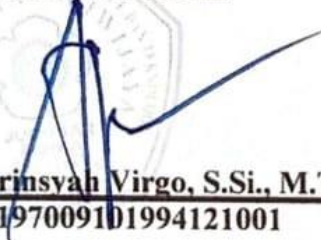
Indralaya, Juli 2023

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**



Dr. Fitri Suryani Arsvad, M. Si
NIP.197010191995122001

**Menyetujui,
Ketua Jurusan Fisika**



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Almukminah

NIM : 08021181924007

Judul TA: Pengaruh Konsentrasi SiO_2 terhadap Sifat Magnet Katalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dan kinerjanya dalam Mereduksi Zat Warna Sintesis (*Methylene Blue*)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.



Indralaya, Juli 2023

Yang menyatakan

Almukminah

NIM.08021181924007

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya kita masih diberi kesempatan dan kesehatan hingga hari ini. Skripsi dengan judul **“Pengaruh Konsentrasi SiO₂ terhadap Sifat Magnet Katalis Fe₃O₄/SiO₂ dan kinerjanya dalam Mereduksi Zat Warna Sintesis (*Methylene Blue*)”**. Skripsi ini dibuat sebagai laporan penelitian tugas akhir yang telah dilaksanakan di Laboratorium Sains Material Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya. Skripsi ini diajukan dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan kurikulum agar dapat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si, M.Si. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan, ilmu dan masukan terkait penyusunan skripsi ini.
2. Kepada Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T. Selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc. Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu menuntun, mengarahkan dan sebagai motivator yang baik.
4. Dosen Penguji : Bapak Dr. Ramlan, M.Si dan Ibu Erni S.Si., M.Si yang telah memberikan masukan serta saran yang membangun terkait penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan pegawai administrasi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Universitas Sriwijaya melalui hibah unggulan kompetitif Unsri terhadap dana (DIPA) Badan Layanan Umum (BLU). Universitas Sriwijaya Tahun Anggaran 2022 Nomor SP DIPA-023.17.2.677515/2022, tanggal 13 Desember 2021.
7. Kedua orang tua tercinta, kakak-kakak dan adik-adik saya tersayang, bapak Matsari, ibu Juwita. kakak Riska Widia dan Herwan, Martin Erpadin dan Dedek Rahmawati, Susilawati dan Tatang Rimba Sutikno, adik Sahlan dan Putri Agustina dan Sarnado yang selalu memberi sinergi positif berupa semangat

untuk berkarya serta tak henti berdoa dan tak kenal waktu terus memberi dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal.

8. Teman-teman laboratorium yang telah membantu saya dalam proses pembuatan nanokatalis dari awal hingga selesai pembuatan dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini : kak Balada Soerya, Eti Desti Sastia, Niko Adi Alvredo Nababan, Intan Rahmawati, Lafira, Yusnita Puspita Sari, Bella Lestari, Martinus Rendi Turu, dan Squad Teori dan Material Fisika FMIPA Unsri. Sahabat serta orang terbaik saya yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan dan kebersamaan dalam suka maupun duka : Sarmedi, Alviani, Febby Sentika AT, Viona Evilin Patersia, dan teman seperjuangan Fisika angkatan 2019.
9. Dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung hingga terselesaikannya skripsi ini, yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekeliruan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis berharap semua pihak mengemukakan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki dan melengkapi penyusunan skripsi. Demikian penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Indralaya, Juli 2023

Penulis



Almukminah
NIM.08021181924007

Pengaruh Konsentrasi SiO₂ terhadap Sifat Magnet Katalis Fe₃O₄/SiO₂ dan kinerjanya dalam Mereduksi Zat Warna Sintesis (*Methylene Blue*)

Almukminah
08021181924007

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sriwijaya, Sumatera selatan, Indonesia

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi SiO₂ pada sifat magnet katalis Fe₃O₄/SiO₂ dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh nanokatalis Fe₃O₄/SiO₂ terhadap proses pengolahan limbah pewarna sintesis (*methylene blue*) dengan perbandingan nanokatalis Fe₃O₄/SiO₂ 5% dan Fe₃O₄/SiO₂ 20%. Karakterisasi hasil sintesis menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam SiO₂, spektrum katalis SiO₂ puncak serapannya ~3445 cm⁻¹ ~1644 cm⁻¹ dan ~1044 cm⁻¹, spektrum katalis Fe₃O₄/SiO₂ 5% puncak serapannya ~1635 cm⁻¹ dan ~1107 cm⁻¹ dan spektrum katalis katalis Fe₃O₄/SiO₂ 20% puncak serapannya ~1632 cm⁻¹ dan ~1154 cm⁻¹. Tidak ada perubahan yang signifikan dari semua spektrum puncak. Hasil uji *Vibrating Sample Magnetizer* (VSM) untuk mengetahui sifat kemagnetan dari sampel Fe₃O₄/SiO₂. Semakin besar penambahan konsentrasi SiO₂ maka *hysteris loopnya* semakin tegak dan semakin lemah. Informasi ini memberikan makna bahwa semakin besar konsentrasi SiO₂ maka semakin besar nilai magnetisasi remanensi (Mr). Dari 970.6521739 emu/gr pada Fe₃O₄ sedangkan Mr 574,1344196 emu/gr pada Fe₃O₄/SiO₂ 5% menjadi 1086,25 emu/gr pada Fe₃O₄/SiO₂ 20%. Kemudian pada uji spektrofotometer UV-Vis mengetahui konsentrasi dan panjang gelombang *methylene blue* pada pengaplikasian sampel Fe₃O₄/SiO₂ sebanyak 5% dan Fe₃O₄/SiO₂ sebanyak 20%. Dari hasil uji kinerja fotokatalitik yang dilakukan terhadap limbah perwarna sintesis (*methylene blue*) menunjukkan terlihat bahwa untuk penggunaan bahan katalis pada Sinar Matahari dan Sinar UV lebih efektif dibandingkan tanpa penyinaran dan tanpa katalis disebabkan bergesernya serapan bahan katalis ke arah sinar tampak merupakan suatu kelebihan. Dimana proses katalitik bisa dilakukan dibawah sinar tampak atau sinar matahari sehingga menjadi lebih ekonomis. Semakin besar luas permukaan material Fe₃O₄/SiO₂, maka semakin besar potensi penurunan konsentrasi larutan *methylene blue*.

Kata kunci : Fe₃O₄, SiO₂, *methylene blue*, FTIR, VSM, UV-Vis

Menyetujui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

Indralaya, Juli 2023

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Dr. Fitri Suryani Arsyad, M. Si
NIP.197010191995122001

Effect of SiO₂ Concentration on Magnetic Properties of Fe₃O₄/SiO₂ Catalyst and Its Performance in Reducing Synthetic Dye (Methylene Blue)

Almukminah
08021181924007

Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Science, University of Sriwijaya, South Sumatera, Indonesia

ABSTRACT

Research has been carried out on the effect of SiO₂ concentration on the magnetic properties of Fe₃O₄/SiO₂ catalysts to know the effect of Fe₃O₄/SiO₂ nanocatalysts on the processing of synthetic dye waste (methylene blue) with a ratio of 5% Fe₃O₄/SiO₂ nanocatalysts and 20% Fe₃O₄/SiO₂ nanocatalysts. Characterization of the synthesis results using the Fourier Transform Infrared (FTIR) tool to determine the functional groups contained in SiO₂, the absorption peak spectrum of SiO₂ catalyst ~3445 cm⁻¹ ~1644 cm⁻¹ and ~1044 cm⁻¹, the peak spectrum of Fe₃O₄/SiO₂ 5% catalyst the absorptions were ~1635 cm⁻¹ and ~1107 cm⁻¹ and the absorption peak spectrum of 20% Fe₃O₄/SiO₂ catalyst was ~1632 cm⁻¹ and ~1154 cm⁻¹. There is no significant change in all peak spectra. The results of the vibrating sample magnetizer (VSM) test to determine the magnetic properties of the Fe₃O₄/SiO₂ samples. The greater the addition of SiO₂ concentration, the more upright and weaker the hysterical loop will be. This information implies that the greater the SiO₂ concentration, the greater the saturation magnetization value. From 970.6521739 emu/gr on Fe₃O₄ while Mr 574.1344196 emu/gr on 5% Fe₃O₄/SiO₂ became 1086.25 emu/gr on 20% Fe₃O₄/SiO₂. Then the UV-Vis spectrophotometer test determined the concentration and wavelength of methylene blue in the application of 5% Fe₃O₄/SiO₂ and 20% Fe₃O₄/SiO₂ samples. The results of photocatalytic performance tests carried out on synthetic dye waste (methylene blue) show that the use of catalyst materials in sunlight and UV rays is more effective than without irradiation and without a catalyst, because the shifting of the absorption of the catalyst material towards visible light is an advantage. Where the catalytic process can be carried out under visible light or sunlight so that it becomes more economical. The greater the surface area of the Fe₃O₄/SiO₂ material, the greater the potential for reducing the concentration of methylene blue solution.

Keywords: Fe₃O₄, SiO₂, methylene blue, FTIR, VSM, UV-Vis

Menyetujui,
Ketua Jurusan Fisika


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

Indralaya, Juli 2023

Mengetahui,
Dosen Pembimbing


Dr. Fitri Survani Arsyad, M. Si
NIP.197010191995122001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	3
1.3.Tujuan	3
1.4.Batasan Masalah.....	3
1.5.Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Silika dari sekam padi	4
2.1.1. Sifat silika (SiO ₂).....	5
2.1.2. Sumber silika (SiO ₂).....	7
2.1.3. Ekstraksi silika dari sekam padi	8
2.1.4. Aplikasi bahan silika	8
2.2. Pasir Besi.....	8
2.2.1. Sifat-sifat pasir besi.....	9
2.2.2. Aplikasi pasir besi	10
2.3. Ekstraksi pasir besi dari pasir tambang.....	11
2.4. Pembuatan nanokatalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ dan aplikasi pada pewarna Sintesis (Methylene blue).....	12
2.5. Fotodegradasi	12
2.6. Karakterisasi.....	13
2.6.1. Analisis gugus fungsional menggunakan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	13
2.6.2. Vibrating Sample Magnetometer (VSM).....	15
2.6.3. Spektrofotometer UV-Vis	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1. Alat penelitian	19

3.2.2. Bahan Penelitian.....	20
3.3. Tahap Penelitian.....	20
3.3.1. Preparasi Bahan Nanokatalis Fe ₃ O ₄ dan SiO ₂	20
3.3.2. Tahapan Nanokatalis Fe ₃ O ₄ dan SiO ₂	20
3.3.3. Uji fotokatalitik Fe ₃ O ₄ dan siO ₂ hasil sintesis	21
3.4. Diagram Alir	22
A. Pembuatan Nanokatalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂	22
B. Pengaplikasian Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan 20% untuk Methylene Blue	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Analisis gugus fungsi pada katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ menggunakan FTIR.....	24
4.2. Analisis sifat kemagnetan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ menggunakan vibrating sample magnetizer (VSM)	26
4.3. Analisis pengaruh konsentrasi SiO ₂ didalam katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ sebanyak 5% terhadap konsentrasi methylene blue tanpa sinar, disinari sinar matahari dan sinar UV	27
4.4. Analisis pengaruh konsentrasi SiO ₂ didalam katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ sebanyak 20% terhadap konsentrasi methylene blue tanpa sinar, disinari sinar matahari dan sinar UV	29
BAB V PENUTUP.....	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1. Komposisi padi dalam sekali penggilingan.....	6
Tabel 2 2. Komposisi kandungan sekam padi	6
Tabel 2 3. Komponen kimia pada abu sekam padi.....	6
Tabel 2 4 Sifat-Sifat Silika (SiO ₂)	7
Tabel 2 5 Sifat-Sifat Magnetit Fe ₃ O ₄	11
Tabel 4 1. Spektrum FTIR katalis SiO ₂ , Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂	27
Tabel 4 2. Interpretasi dan bilangan gelombang pada spektrum FTIR	28
Tabel 4 3. Sifat kemagnetan nanokatalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂	29
Tabel 4 4. Analisis ukuran pH, panjang gelombang dan konsentrasi (<i>methylene blue</i>) yang diberi katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ sebanyak 5% dan disinari sinar matahari dan sinar UV	32
Tabel 4 5. Analisis ukuran pH, panjang gelombang dan konsentrasi (<i>methylene blue</i>) yang diberi katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ sebanyak 20% dan disinari sinar matahari dan sinar UV	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur ikatan Kimia SiO ₂	8
Gambar 2. 2. Struktur ikatan Kimia Fe ₃ O ₄	11
Gambar 2.3. Mekanisme fotodegradasi.....	14
Gambar 2.4. Skema alat FTIR.....	15
Gambar 2.5. Perbedaan Spektrum FTIR.....	16
Gambar 2.6. Contoh Kurva histerisis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dan Fe ₃ O ₄ /TiO ₂	18
Gambar 2.7. Prinsip kerja Spektrofotometer UV-Vis.....	19
Gambar 2.8. Pengukuran Serapan Sinar pada bahan Katalis Fe ₃ O ₄ /TiO ₂ dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ /TiO ₂ dengan UV-Vis DRS.....	19
Gambar 3.1. Diagram alir Pembuatan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 20%.....	24
Gambar 3.2. Diagram alir Pengaplikasian sampel Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan 20% pada <i>Methylene Blue</i>	25
Gambar 4 1. Grafik FTIR untuk (a) SiO ₂ , (b) Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan (c)Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 20%.....	26
Gambar 4 2. Grafik Kurva Histeresis Fe ₃ O ₄ , Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 5% dan Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ 20%.....	28
Gambar 4 3. Pengaruh konsentrasi SiO ₂ didalam katalis Fe ₃ O ₄ /SiO ₂ sebanyak 5% terhadap konsentrasi <i>methylene blue</i> tanpa sinar, disinari sinar matahari dan sinar UV dengan spektrofotometer UV-Vis.....	30
Gambar 4 4. Pengaruh Konsentrasi <i>Methylene Blue</i> 20% untuk Tanpa Katalis, Sinar Matahari dan Sinar UV dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	32

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah industri adalah zat atau produk sampingan yang dihasilkan selama proses pembuatan atau kegiatan industri. Limbah industri sering terkontaminasi oleh organisme patogen berupa racun organik dan anorganik yang berbahaya bagi lingkungan [1]. Salah satu upaya manusia dalam mengatasi limbah industri untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Limbah industri merupakan jenis limbah yang dapat didaur ulang atau diperbaharui, seperti limbah elektronik, limbah peleburan logam, limbah tekstil dan limbah domestik. Limbah tekstil merupakan salah satu penyumbang terbesar limbah pencemaran air karena mengandung unsur-unsur yang berubah menjadi polutan air seperti suspensi padat, pewarna, minyak, *chemical oxygen demand* (COD), garam dan bahan kimia lain yang larut dalam air baik yang tidak dapat terdegradasi maupun yang sulit terdegradasi [2]. Menurut Niu dkk., (2014) dan Zhang dkk., (2011) penanganan limbah organik yang baik yang berasal dari limbah industri tekstil atau batik, seperti *Methylene Blue*, *Methyl Orange*, telah banyak dilakukan dan membuahkan hasil yang sangat baik [3].

Methylene Blue ($C_{16}H_{18}ClN_3S$) merupakan salah satu zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil dan garmen dikarenakan harganya terjangkau dan mudah didapat. Dosis metilen biru dalam jumlah yang berlebihan dapat mempengaruhi keberadaan spesies yang hidup di sekitar sungai dengan efek samping seperti iritasi kulit, iritasi sistem pencernaan dan sianosis [2]. Menurut Vandevivere dkk., (1998) konsentrasi zat warna yang rendah (< 1 mg/L) dapat menyebabkan gangguan pada saluran air. Pewarna ini memiliki struktur hidrofilik kompleks dengan gugus aromatik yang stabil terhadap cahaya dan suhu [4].

Berbagai teknologi, seperti pengolahan biologi, fisik, dan kimia telah digunakan untuk mengurangi konsentrasi zat warna. Metode yang digunakan untuk menghilangkan zat warna antara lain adsorpsi, kopresipitasi, koagulasi-flokulasi, filtrasi, ozonisasi dan metode sol-gel [1][3][5]. Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu bahan secara bersamaan ketika mencapai titik jenuhnya. Metode kopresipitasi memiliki kelebihan yaitu menggunakan suhu ruang, mudah untuk mengontrol ukuran partikel, serta lebih aman dan

mudah digunakan karena dilakukan pada suhu rendah [6]. Metode ini digunakan pada pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 hal ini dikarenakan ukuran partikel Fe_3O_4 relatif kecil yaitu berkisar 5 nm sampai dengan 20 nm [1]. Metode sol-gel digunakan pada pelapisan Fe_3O_4 oleh SiO_2 dan pelapisan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ oleh TiO_2 . Pada penelitian ini diharapkan dapat menyederhanakan proses dan meningkatkan sifat katalitik bahan nanokatalis magnetik yang terbentuk [3].

Perkembangan bahan nanofotokatalis magnetik ini mengalami kemajuan yang cukup signifikan karena bahan tersebut baik dan praktis untuk menangani limbah cair, termasuk limbah organik dan anorganik. Efisiensi katalis dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan magnetik yang dapat meningkatkan kemampuan bahan magnetik untuk menyerap zat warna dan mempermudah pemulihan bahan katalis yang telah disebar dalam larutan zat warna. Bahan yang bersifat magnetik saat terkena medan magnet dan kehilangan intensitas magnetnya saat medan magnet dihilangkan disebut bahan super paramagnetik [3]. Nanokatalis adalah zat yang sering digunakan untuk mempercepat proses dalam berbagai industri termasuk prosedur untuk mengurangi polusi air, pemurnian bahan kimia dan minyak bumi [7],[8], produk makanan [8], listrik dan proses untuk pengendalian pencemaran air [9],[10],[11]. Salah satu nanokatalis yang sedang dibuat saat ini adalah untuk pengelolaan polusi dan proses pemurnian air. Salah satunya pasir besi (Fe_3O_4) dan silika (SiO_2) adalah dua bahan terbaik yang dapat digunakan untuk membuat nanokatalis pemurnian air. Untuk membangun ikatan karbon, Saeed Bahadorikhalil dkk, (2021) menciptakan nanokatalis berbasis Fe_3O_4 dan SiO_2 . Ditemukan bahwa katalis menunjukkan kegunaan kembali yang signifikan dengan putaran katalis 4600 dalam 10 prosedur. Ekstrak buah *Zanthoxylum Rhetsa* digunakan oleh Indranirekha Saikia dkk, (1917) berhasil membuat nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$. Memanfaatkan jerami padi, produk sampingan dari pertanian padi untuk dibuat nanopartikel SiO_2 . Untuk bahan ipso-hidroksilasi asam arilboronat pada suhu 50°C , Indranirekha (2021) berhasil menunjukkan teknik yang langsung, terjangkau, dan dapat diterima secara ekologis. Membuat sintesis biogenik nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ untuk ipso-hidroksilasi asam boronat dalam air.

Peluangnya cukup efektif untuk memanfaatkan sumber daya alam Sumatera Selatan yang sangat luas. Bijih besi dan silika sekam padi sebagai sumber bahan mentah untuk produksi nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ sangat besar. Variasi rasio konsentrasi $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$

akan digunakan untuk membuat nanokatalis menggunakan kombinasi metode presipitasi dan sol-gel. Untuk membuat Fe_3O_4 superparamagnetik menggunakan proses pengendapan dan sol-gel digunakan untuk melapisi Fe_3O_4 dengan SiO_2 dalam larutan NH_4OH untuk membuat $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$. Pengolahan limbah pewarna sintetik (*Methylene Blue*) menggunakan nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ [10]. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini akan membuat nanokatalis silika (SiO_2) dari sekam padi dibuat dengan ekstraksi alkali menggunakan metode sol-gel dan pasir besi (Fe_3O_4) dari Musi Rawas, Sungai Megang yang di ekstraksi dengan metode kopresipitasi untuk pengolahan limbah pewarna sintesis (*methylene blue*) dengan menggunakan sampel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ Siti Lailaturofiah dan Aniendita (2021).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaplikasian nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ untuk pengolahan limbah pewarna sintesis(*Methylene Blue*)?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi nanokatalis $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ terhadap proses pengolahan limbah pewarna sintesis (*Methylene Blue*)?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaplikasian nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ untuk pengolahan limbah pewarna sintesis (*Methylene Blue*).
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ terhadap proses pengolahan limbah pewarna sintesis (*Methylene Blue*).

1.4. Batasan Masalah

1. Sumber pasir besi (Fe_3O_4) adalah hasil ekstraksi dari pasir tambang Sungai Megang
2. Silika (SiO_2) yang digunakan adalah dari sekam padi

1.5. Manfaat

Proses pembuatan tugas akhir ini sangat bermanfaat karena dapat meningkatkan wawasan, pemahaman dan kedalaman pengetahuan mahasiswa tentang nanokatalis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ dan proses pengolahan limbah perwarna sintesis (*Methylene Blue*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. L. Hariani, M. Said, Salni, A. Rachmat, N. Aprianti, and E. A. Stephanie, "Synthesis of Fe₃O₄/SiO₂/NiO magnetic composite: Evaluation of its catalytic activity for methylene blue degradation," *Glob. Nest J.*, vol. 25, no. 2, pp. 36–43, 2023, doi: 10.30955/gnj.004407.
- [2] C. P. R. Nabiilah, G. Yudoyono, and B. Indarto, "Peningkatan Degradasi Larutan Metilen Biru Menggunakan Lapisan TiO₂ pada Reaktor 'Calma' melalui Bentuk Penataan Substrat," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 5, 2023, doi: 10.12962/j23373520.v11i5.108836.
- [3] S. Wardiyati, W. A. Adi, and D. S. Winatapura, "Pengaruh Penambahan SiO₂ Terhadap Karakteristik dan Kinerja Fotokatalitik Fe₃O₄/TiO₂ pada Degradasi Methylene Blue," *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 38, no. 1, p. 31, 2016, doi: 10.24817/jkk.v38i1.1976.
- [4] Y. D. Lestari, S. Wardhani, and M. M. Khunur, "DEGRADASI METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN FOTOKATALIS TiO₂-N/ZEOLIT DENGAN SINAR MATAHARI," *Am. J. Ther.*, vol. 10, no. 4, pp. 289–291, 2015.
- [5] M. Ali, A. Sarkar, M. D. Pandey, and S. Pandey, "Efficient precipitation of dyes from dilute aqueous solutions of ionic liquids," *Anal. Sci.*, vol. 22, no. 8, pp. 1051–1053, 2006, doi: 10.2116/analsci.22.1051.
- [6] S. Taib and E. Suharyadi, "Sintesis Nanopartikel Magnetite (Fe₃O₄) dengan Template silika (SiO₂) dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya," *Indones. J. Appl. Phys.*, vol. 5, no. 01, p. 23, 2015, doi: 10.13057/ijap.v5i01.256.
- [7] E. M. Suarez, K. Lepkova, B. Kinsella, and L. L. Machuca, "Aggressive corrosion of steel by a thermophilic microbial consortium in the presence and absence of sand," *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, vol. 137, no. December 2018, pp. 137–146, 2019, doi: 10.1016/j.ibiod.2018.12.003.

- [8] T. Rahimi, D. Kahrizi, M. Feyzi, H. R. Ahmadvandi, and M. Mostafaei, "Catalytic performance of MgO /Fe₂O₃-SiO₂ core-shell magnetic nanocatalyst for biodiesel production of *Camelina sativa* seed oil: Optimization by RSM-CCD method," *Ind. Crops Prod.*, vol. 159, no. October 2020, p. 113065, 2021, doi: 10.1016/j.indcrop.2020.113065.
- [9] D. Lončarević and Ž. Čupić, *The perspective of using nanocatalysts in the environmental requirements and energy needs of industry*. 2019. doi: 10.1016/B978-0-12-815749-7.00004-9.
- [10] I. Saikia, M. Hazarika, N. Hussian, M. R. Das, and C. Tamuly, "Biogenic synthesis of Fe₂O₃@SiO₂ nanoparticles for ipso-hydroxylation of boronic acid in water," *Tetrahedron Lett.*, vol. 58, no. 45, pp. 4255–4259, 2017, doi: 10.1016/j.tetlet.2017.09.075.
- [11] S. Bahadorikhalili, L. Ma' mani, H. Lijan, and M. Mahdavi, "γ-Fe₂O₃@SiO₂(CH₂)₃-HPBM-Pd as a versatile boosted nanocatalyst for carbon-carbon bond formation," *Mater. Today Commun.*, vol. 26, no. July, 2021, doi: 10.1016/j.mtcomm.2020.101913.
- [12] (2015). Handayani, P. A., Nurjanah, E. dan Rengga, W. D. P., "Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. Jurnal Bahan Alam Terbarukan," vol. 4, no. 2, pp. 55–59, 2015, doi: 10.15294/jbat.v3i2.3698.
- [13] L. Trivana, S. Sugiarti, and E. Rohaeti, "Sintesis Dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na₂SiO₃) Dari Sekam Padi," *J. Sains & Teknologi Lingkung.*, vol. 7, no. 2, pp. 66–75, 2015, doi: 10.20885/jstl.vol7.iss2.art1.
- [14] R. Rosalia, D. Asmi, and E. Ginting, "Preparasi dan Karakterisasi Keramik Silika (SiO₂) Sekam Padi dengan Suhu Kasinasi 800-1000 C," *J. Teoro dan Apl. Fis.*, vol. 04, no. 01, pp. 101–106, 2016.
- [15] P. Coniwanti, R. Srikndhy, and Apriliyanni, "Pengaruh proses pengeringan, normalitas

HCl, dan temperatur pembakaran pada pembuatan silika Dari Sekam Padi,” *J. Penelit.*, vol. 15, no. x, pp. 5–11, 2010.

- [16] B. Gratings, “sintesis dan karakterisasi fe₃o₄ sio₂,” pp. 4–5, 2019.
- [17] A. Retnosari, “Ekstraksi dan Penentuan Kadar Silika (SiO₂) Hasil Ekstraksi dari Abu Terbang (Fly Ash) Batubara,” *Univ. Jember*, pp. 1–56, 2013.
- [18] G. A. paramita kusumah Wardhani, ““Silika pada Togkol Jagung yang Dikarakterisasi Menggunakan Spektroskopi Infra Merah dan Difraksi Sinar-X,” *J. Kim. Ris.*, vol. 2, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.20473/jkr.v2i1.3542.,” *J. Kim. Ris.*, vol. 2, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.20473/jkr.v2i1.3542.
- [19] I. G. Suka, W. Simajuntak, S. Sembiring, and E. Trisnawati, “Karakteristik Silika Sekam Padi Dari Provinsi yang Diperoleh Dengan Metode Ekstraksi,” *Mipa*, vol. 37, no. 1, pp. 47–52, 2008.
- [20] I. Pratomo, S. Wardhani, and D. Purwonugroho, “Pengaruh Teknik Ekstraksi dan Konsentrasi HCl dalam Ekstraksi Silika dari Sekam Padi untuk Sintesis Silika Xerogel,” *Kim. Studentjournal*, vol. 2, no. 1, pp. 358–364, 2013.
- [21] A. Khoiri, N. A. Sari, and V. Noviyanti, “Simulasi Dispenser Hot and Cool Unit,” *SPEKTRA J. Kaji. Pendidik. Sains*, vol. 3, no. 2, p. 140, 2017, doi: 10.32699/spektra.v3i2.32.
- [22] D. M. Silaban, U. Malik, Yanuar, and Erwin, “Sifat Magnetik Endapan Pasir Besi Pantai kata Pariaman Sumatera Barat,” *J. Fak. Tek. Univ. Pasir Pengaraian*, vol. 4, pp. 1–4, 2016.
- [23] Y. Pratiwi, Ramli, and Ratnawulan, “PENGARUH WAKTU MILLING TERHADAP STRUKTUR KRISTAL MAGNETITE (Fe₃ O₄) BERBAHAN DASAR MINERAL VULKANIK DARI GUNUNG TALANG SUMATERA BARAT FMIPA , Universitas Negeri Padang Abstract,” vol. 10, pp. 102–108, 2017.

- [24] C. A. Riyanto and N. A. Wibowo, "Karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ dan Aplikasinya dalam Adsorpsi Ni(II) DAN Co(II)," *J. Kim. dan Kemasan*, vol. 41, no. 1, p. 26, 2019, doi: 10.24817/jkk.v41i1.4013.
- [25] F. A. . "Supermagnetischen eisenoxid-nanopartikel als radiokatalysatoren. Anja Nicole sommer. Sonneberg," *Magnet-Partikel-Spektrometer*, pp. 1–2, 2012, doi: 10.1007/978-3-8348-2407-3.
- [26] D. Lestari and A. S. Sartika, "PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL Fe₃O₄ MENGGUNAKAN METODE KOPRESIPITASI," vol. 11, no. 1, pp. 7–10, 2018.
- [27] M. yulianti Z W, "NANOPARTIKEL Fe₃O₄/SiO₂ BERBASIS BAHAN ALAM SEBAGAI MATERIAL PENGADSORPI PEWARNA DALAM AIR," vol. 39, no. 6, pp. 0–2, 2020.
- [28] H. Rifai, Erni, and M. Irvan, "Ekstraksi Magnetik pada Methanol-Soap Bathed Muds," *J. Penelit. Sains*, vol. 14, pp. 25–28, 2010.
- [29] R. D. Safitri, Y. Subarwanti, A. Supriyanto, A. Jamaluddin, and Y. Iriani, "Pembuatan Material Ferroelektrik Barium Titanat (BaTiO₃) menggunakan Metode Kopresipitasi," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 12, no. 3, p. 112, 2016, doi: 10.12962/j24604682.v12i3.1342.
- [30] S. C. Pillai and S. Hehir, *Sol-Gel Materials for Energy , Environment and Electronic*.
- [31] I. Fatimah and K. Wijaya, "Sintesis Tio₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi," *Teknoin*, vol. 10, no. 4, pp. 257–267, 2005, doi: 10.20885/teknoin.vol10.iss4.art4.
- [32] A. P. L. Batista, H. W. P. Carvalho, G. H. P. Luz, P. F. Q. Martins, M. Gonçalves, and L. C. A. Oliveira, "Preparation of CuO/SiO₂ and photocatalytic activity by degradation of methylene blue," *Environ. Chem. Lett.*, vol. 8, no. 1, pp. 63–67, 2010,

doi: 10.1007/s10311-008-0192-8.

- [33] M. R. Hoffmann, S. T. Martin, W. Choi, and D. W. Bahnemann, "Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis," *Chem. Rev.*, vol. 95, no. 1, pp. 69–96, 1995, doi: 10.1021/cr00033a004.
- [34] C. Anam, Sirojudin, and K. S. Firdausi, "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin, dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR," *Berk. Fis.*, vol. 10, no. 1410–9662, pp. 79–85, 2007.
- [35] B. Fisika, C. Anam, and L. F. Atom, "Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR," *Berk. Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 79–85–85, 2007.
- [36] Maryam, "Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red) Production and Characterization of Gelatin from Chicken Bone Waste using," vol. 15, no. 2, pp. 96–104, 2019, doi: 10.22146/farmaseutik.v15i2.47542.
- [37] S. Tebriani, "ANALISIS VIBRATING SAMPLE MAGNETOMETER (VSM) PADA Analisis Vibrating Sample Magnetometer (VSM) Pada Hasil Elektrodeposisi Lapisan Tipis Magnetite Menggunakan Aruscontinue Direct Current," *Nat. Sci. J.*, vol. 5, pp. 722–730, 2019.
- [38] "A W. Burgei, M. J. Pechan, H. Jaeger, M. Dawber, I. Farnan, And J. F. Scott, "Simple Vibrating Sample Magnetometer For Use In A Materials Physics," vol. 1, no. 36.
- [39] H. Mekarsari, "Sintesis Fe₂O₃ Terimbolisasi pada SiO₂ dari Daun Bambu sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Zat Warna Bromo Fenol Biru," *Yogyakarta, Univ. Islam Indones.*, p. 50, 2020.
- [40] A. Setiabudi, R. Hardian, and A. Muzakir, *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*, vol. 1. 2012.

- [41] C. Purnawan, T. Martini, and I. P. Rini, "Sintesis dan Karakterisasi Silika Abu Ampas Tebu Termodifikasi Arginin sebagai Adsorben Ion Logam Cu (II) terhadap ion logam Cu (II) disebabkan oleh rendahnya kemampuan oksigen (silanol dan," *ALCHEMU J. Penelitian Kim.*, vol. 14, no. 2, pp. 333–348, 2018, doi: 10.20961/alchemy.14.2.19512.333-348.
- [42] B. J. Raos, C. S. Doyle, M. C. Simpson, E. S. Graham, and C. P. Unsworth, "Selective PEGylation of Parylene-C/SiO₂ Substrates for Improved Astrocyte Cell Patterning," *Sci. Rep.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.1038/s41598-018-21135-0.
- [43] J. Li *et al.*, "Speciation analysis of mercury by dispersive solid-phase extraction coupled with capillary electrophoresis," *Electrophoresis*, vol. 39, no. 14, pp. 1763–1770, 2018, doi: 10.1002/elps.201800024.
- [44] P. Utari, N.P.S.N., Sudiarta, I.W., dan Suarya, "SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI ABU VULKANIK GUNUNG AGUNG MELALUI TEKNIK SOL-GEL," *J. Kim. (Journal Chem.)*, vol. 14, no. 1, pp. 30–36, 2020.
- [45] A. Bayu, D. Nandiyanto, R. Oktiani, and R. Ragadhita, "Jurnal Sains & Teknologi Indonesia Cara Membaca dan Menafsirkan Spektroskop Organik FTIR," vol. 4, no. April, pp. 97–118, 2019.
- [46] I. Kotutha, T. Duangchuen, E. Swatsitang, W. Meewasana, J. Khajonrit, and S. Maensiri, "Electrochemical properties of rGO/CoFe₂O₄ nanocomposites for energy storage application," *Ionics (Kiel)*, vol. 25, no. 11, pp. 5401–5409, 2019, doi: 10.1007/s11581-019-03114-1.
- [47] E. Wahyu and P. Dini, "Degradasi Metilen Biru Menggunakan Fotokatalis ZnO-zeolit," *Chem. Prog.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–33, 2014.
- [48] J. Saini, V. K. Garg, and R. K. Gupta, "Removal of Methylene Blue from aqueous solution by Fe₃O₄@Ag/SiO₂ nanospheres: Synthesis, characterization and adsorption performance," *J. Mol. Liq.*, vol. 250, pp. 413–422, 2018, doi:

10.1016/j.molliq.2017.11.180.

- [49] M. A. Ghofur *et al.*, “Pengaruh pH Awal dan Konsentrasi Awal Larutan Metilen Biru pada Degradasi Larutan Metilen Biru menggunakan Fotokatalis TiO₂ – Bentonit,” *Kim. Student J.*, vol. 2, no. 2, pp. 548–554, 2014.
- [50] M. Wachid and P. Mutia, “Optimasi Media Kulit Singkong pada Pertumbuhan *Sacharomyces Cerreviceae*,” *Reka Buana J. Ilm. Tek. Sipil dan Tek. Kim.*, vol. 4, no. 2, p. 16, 2019, doi: 10.33366/rekabuana.v4i2.1280.
- [51] N. Jamasbi *et al.*, “Silica-coated modified magnetic nanoparticles (Fe₃O₄@SiO₂@(BuSO₃H)₃) as an efficient adsorbent for Pd²⁺ removal,” *Chemosphere*, vol. 307, no. February, 2022, doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.135622.
- [52] P. M. Reddy, K. C. Chang, Z. J. Liu, C. T. Chen, and Y. P. Ho, “Functionalized magnetic iron oxide (Fe₃O₄) nanoparticles for capturing gram-positive and gram-negative bacteria,” *J. Biomed. Nanotechnol.*, vol. 10, no. 8, pp. 1429–1439, 2014, doi: 10.1166/jbn.2014.1848.
- [53] S. Scurti *et al.*, “Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticle Nanodevices Based on Fe₃O₄ Coated by Megluminic Ligands for the Adsorption of Metal Anions from Water,” *ACS Omega*, vol. 7, no. 12, pp. 10775–10788, 2022, doi: 10.1021/acsomega.2c00558.
- [54] S. Wardiyati *et al.*, “Pengaruh Penambahan SiO₂ Siti Wardiyati dkk PENGARUH PENAMBAHAN SiO₂ TERHADAP KARAKTERISTIK DAN KINERJA FOTOKATALITIK Fe₃O₄/TiO₂ PADA DEGRADASI METHYLENE BLUE (THE SiO₂ ADDITION EFFECT TO Fe₃O₄/TiO₂ PHOTOCATALYTIC CHARACTERISTIC AND PERFOR,” pp. 37–40, 2016.