SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO_2/Fe_2O_3 MENGGUNAKAN EKSTRAK *Sargassum* sp. UNTUK FOTOKATALISIS DEGRADASI RHODAMIN B

RASYID FERDIAN
NIM H1031201012

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO_2/Fe_2O_3 MENGGUNAKAN EKSTRAK *Sargassum* sp. UNTUK FOTOKATALISIS DEGRADASI RHODAMIN B

RASYID FERDIAN
NIM H1031201012

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Usulan Penelitian	: Sintesis dan Karakterisasi Komposit TiO_2/Fe_2O_3 Menggunakan Ekstrak *Sargassum* sp. untuk Fotokatalisis Degradasi Rhodamin B
Nama	: Rasyid Ferdian
NIM	: H1031201012
Jurusan/Program Studi	: Kimia/S1-Kimia
Tanggal Lulus	: 7 Januari 2025
SK Pembimbing	: No.3556/UN22.8/TD.06/2023/20 September 2023
SK Penguji	: No.5546/UN22.8/TD.06/2024/31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Anthoni B. Aritonang, S.Si., M.Si.	Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 196803082000031001	NIP. 197108022000031001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Prof. Dr. Thamrin Usman, DEA.	Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si.
NIP. 196211101988111001	NIP. 197506022000032001

Pimpinan Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap anggota penguji)
Dr. Anthoni B. Aritonang, S.Si., M.Si.	Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 196803082000031001	NIP. 197108022000031001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Rasyid Ferdian
NIM	: H1031201012
Program Studi/Jurusan	: Kimia/S1-Kimia
Fakultas	: MIPA

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 7 Januari 2025



Rasyid Ferdian
H1031201012

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT TiO_2/Fe_2O_3 MENGGUNAKAN EKSTRAK Sargassum sp UNTUK FOTOKATALISIS DEGRADASI RHODAMIN B

Abstrak

Telah dilakukan sintesis komposit TiO_2/Fe_2O_3 berbasis kimia ramah lingkungan menggunakan ekstrak *Sargassum* sp. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji kemampuan senyawa didalam ekstrak *Sargassum* sp dalam pembentukan komposit TiO_2/Fe_2O_3 berukuran nanometer. Sintesis komposit TiO_2/Fe_2O_3 dilakukan menggunakan metode sol-gel dengan prekursor TTIP dan Fe $(NO_3)_3.9H_2O$ (5, 10 dan 20%) disertai penambahan variasi massa ekstrak *Sargassum* sp (0,25; 0,50 dan 0,75g) guna mengetahui formula terbaik melalui uji aktivitas fotokatalisisnya terhadap degradasi 5 ppm RhB sebanyak 50 mL selama 2 jam dibawah iradiasi sinar tampak (LED putih 117.600 lux). Analisis spektrum FTIR komposit TiO_2/Fe_2O_3 menunjukkan adanya pita serapan pada rentang bilangan gelombang 460-470 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ikatan Ti-O-Fe dari TiO_2/Fe_2O_3. Analisis XRD menunjukkan puncak difraksi komposit TiO_2/Fe_2O_3 yang muncul pada sudut 2θ (25,37°, 37,95°, 48,09°, 54,09°, 54,99° dan 62,77°). Morfologi permukaan dari analisis SEM menunjukkan komposit TiO_2/Fe_2O_3 berbentuk bulat dengan rata-rata ukuran partikel 110 nm. Analisis DRS UV-Vis menunjukkan penurunan energi celah pita TiO_2 (3,28 eV menjadi 2,35; 1,78 dan 1,75 eV) ketika konsentrasi Fe $(NO_3)_3.9H_2O$ ditingkatkan (5, 10 dan 20%) dengan variasi massa ekstrak *Sargassum* sp 0,25g dipertahankan. Uji aktivtias dilakukan menggunakan katalis sebanyak 0,1g dengan efisiensi degradasi masing-masing variasi sebesar (40,31; 56,55 dan 79,75%).

Kata Kunci: *Sargassum* sp; komposit; TiO_2/Fe_2O_3; celah pita; degradasi;

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF TiO_2/Fe_2O_3 COMPOSITE USING *Sargassum* sp. EXTRACT FOR PHOTOCATALYSIS OF RHODAMINE B DEGRADATION

Abstract

The synthesis of environmentally friendly, chemical-based TiO_2/Fe_2O_3 composites using *Sargassum* sp. extract has been successfully conducted. This study aimed to examine the ability of compounds in Sargassum sp. extract to facilitate the formation of nanometer-sized TiO_2/Fe_2O_3 composites. The synthesis was carried out using the sol-gel method with TTIP and $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ precursors (5, 10, and 20%), accompanied by varying the mass of *Sargassum* sp. extract (0.25, 0.50, and 0.75 g) to determine the optimal formula. The photocatalytic activity was tested for the degradation of 5 ppm RhB (50 mL) under visible light irradiation (white LED, 117,600 lux) for 2 hours. FTIR spectrum analysis of the TiO_2/Fe_2O_3 composite revealed an absorption band in the wavenumber range of 460–470 cm^{-1}, corresponding to the Ti–O–Fe vibration of the TiO_2/Fe_2O_3 bond. XRD analysis showed diffraction peaks of the TiO_2/Fe_2O_3 composite appearing at 2θ angles of 25.37°, 37.95°, 48.09°, 54.09°, 54.99°, and 62.77°. Surface morphology analysis using SEM indicated that the TiO_2/Fe_2O_3 composites exhibited spherical shapes with an average particle size of 110 nm. DRS UV-Vis analysis demonstrated a decrease in the band gap energy of TiO_2 (from 3.28 eV to 2.35 eV, 1.78 eV, and 1.75 eV) as the concentration of $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ increased (5, 10, and 20%), while maintaining a constant *Sargassum* sp. extract mass of 0.25 g. Activity tests, conducted using 0.1 g of catalyst, showed degradation efficiencies of 40.31, 56.55 and 79.75% for each variation, respectively.

Keywords: *Sargassum* sp, composite, TiO_2/Fe_2O_3, photocatalysis, degradation

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb., Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Sintesis dan Karakterisasi Komposit TiO_2/Fe_2O_3 Menggunakan Ekstrak *Sargassum* sp. untuk Fotokatalisis Degradasi Rhodamin B"** untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

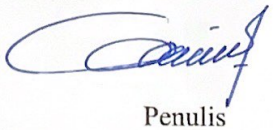
Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Serka Hendrian Rudhi Rustanto (ayah) dan Ruslawati, S.Sos (ibu) atas doa, dukungan, dana dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univsersitas Tanjungpura sekaligus dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing tugas akhir II yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama penelitian.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan dan Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura
5. Dr. Anthoni Batahan Aritonang, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing tugas akhir I yang memberkan saran, motivasi, dukungan dan mendampingi selama penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
6. Prof. Dr. Thamrin Usman, DEA dan Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si selaku dosen penguji pertama dan kedua yang telah memberikan saran dan masukan membangun kepada penulis.
7. Warsidah, S.Si., M.Si., Apt yang memberikan fasilitas, seperti oven dan sentrifugasi kepada penulis

8. Dr. Ajuk Sapar, S.Si., M.Si., selaku kepala laboratorium yang telah memberikan izin lembur dan penggunaan alat laboratorium kepada penulis.
9. Yoga Pratama S.Si., dan Titiek Lestari, S.Si., selaku laboran yang membantu penulis dalam menyediakan alat dan bahan selama penelitian.
10. Saudara kandung penulis yaitu Fitra Rizki Akbar yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Sahabat dekat penulis yaitu Aisyah, Putri Chairunisa dan Yusril Maulana yang telah menghibur, memberikan motivasi, semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Penulis telah berusaha maksimal dalam penulisan skripsi ini. Jika terdapat kesalahan dan kekeliruan, penulis menerima saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Pontianak, 7 Januari 2025



Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Semikonduktor 6
2.2 Fotokatalis 6
2.3 Titanium Dioksida (TiO_2) 8
2.4 Besi (III) Oksida (Fe_2O_3) 9
2.5 Komposit TiO_2/Fe_2O_3 9
2.6 Metode Sintesis Komposit TiO_2/Fe_2O_3 11
2.7 Ekstrak *Sargassum* sp 12
2.8 Karakterisasi Komposit TiO_2/Fe_2O_3 13
2.8.1 *Fourier Transformed Infrared* (FTIR) 13
2.8.2 *X-Ray Diffraction* (XRD) 15
2.8.3 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 16
2.8.4 *Diffuse Reflectance Ultraviolet-Visible* (DRS UV-Vis) 18
BAB III METODOLOGI 20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 20
3.2 Alat dan Bahan 20
3.3 Prosedur Kerja 21
3.3.1 Preparasi Ekstrak *Sargassum* sp. 21
3.3.2 Sintesis Sol $Ti(OH)_n$ 21
3.3.3 Sintesis Komposit TiO_2/Fe_2O_3 21

3.3.4 Uji Aktivitas Fotokatalisis TiO_2/Fe_2O_3 pada Degradasi Rhodamin B.. 22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Preparasi Ekstrak *Sargassum* sp 23
4.2 Sintesis Sol Ti(OH)n 24
4.3 Sintesis Komposit TiO_2/Fe_2O_3 27
4.4 Analisis Data Karakterisasi 29
4.4.1 *Fourier Transformed Infrared* (FTIR) 29
4.4.2 *X-ray Diffraction* (XRD) 33
4.4.3 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 38
4.4.4 *Diffuse Reflectance* Spectroscopy *Ultraviolet-Visible* (DRS UV-Vis). 39
4.5 Uji Aktivitas Fotokatalisis Terhadap Degradasi Rhodamin B 41
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 46
5.1 Simpulan 46
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 47
LAMPIRAN 55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan sudut 2θ komposit TiO_2/Fe_2O_3 dengan variasi massa ekstrak Sargassum sp……. 35

Tabel 4.2 Data kristalintas dan amorf komposit TiO_2/Fe_2O_3 variasi massa ekstrak Sargassum sp. ……... 36

Tabel 4.3 Data ICP-OES komposit TiO_2/Fe_2O_3 variasi massa ekstrak Sargassum sp. 0,50g……. 37

Tabel 4.4 Nilai energi celah pita dan perkiraan panjang gelombang sampel. 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme fotokatalisis di permukaan TiO_2……	7
Gambar 2.2	Struktur TiO2 anatase (a), rutile (b) dan brookite (c)…….	8
Gambar 2.3	Struktur hematite (a), magnetite (b) dan maghemite (c)…….	9
Gambar 2.4	Mekanisme transfer elektron yang dihasilkan secara fotogenerasi dalam fotokatalis TiO_2/Fe_2O_3……..	10
Gambar 2.5	*Sargassum* sp.……....	13
Gambar 2.6	Spektrum FTIR komposit TiO_2/Fe_2O_3……..	14
Gambar 2.7	Difraktogram komposit TiO_2/Fe_2O_3 yang divariasikan…….	16
Gambar 2.8	Morfologi permukaan komposit TiO_2/Fe_2O_3…….	17
Gambar 2.9	Spektra DRS UV-Vis komposit TiO_2/Fe_2O_3……..	18
Gambar 4.1	*Sargassum* sp. pulau Lemukutan……....	24
Gambar 4.2	Ekstrak etanol *Sargassum* sp…….	25
Gambar 4.3	Struktur TTIP……	26
Gambar 4.4	Rekasi hidrolisis-kondensasi prekursor titanium alkoksida...	27
Gambar 4.5	Sol-$Ti(OH)_n$……....	28
Gambar 4.6	Komposit TiO_2/Fe_2O_3 dengan variasi konsentrasi besi (III) nitrat 5, 10 dan 20%.....	29
Gambar 4.7	Spektrum FTIR ekstrak *Sargassum* sp……...	30
Gambar 4.8	pektrum FTIR komposit TiO_2/Fe_2O_3 tanpa perlakuan kalsinasi dengan variasi massa ekstrak (a) 0,75g; (b) 0,50g dan (c) 0,25g……..	31
Gambar 4.9	Spektrum FTIR (a) Fe2O3; (b) TiO2; dan komposit TiO_2/Fe_2O_3 dengan variasi massa ekstrak (c) 0,75g (d) 0,50g dan (e) 0,25g……	32
Gambar 4.10	Spektrum FTIR komposit TiO_2/Fe_2O_3 variasi konsentrasi $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ ……	34
Gambar 4.11	Difraktogram XRD (a) TiO2 dan komposit TiO_2/Fe_2O_3 5% dengan variasi massa ekstrak Sargassum sp, (b) 0,75g, (c) 0,50g dan (d) 0,25g……..	35
Gambar 4.12	Difraktogram TiO2 (a), serta komposit TiO_2/Fe_2O_3 variasi konsentrasi $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ 20% (b), 10% (c) dan 5% (d)……	38
Gambar 4.13	Morfologi permukaan komposit TiO_2/Fe_2O_3 variasi massa ekstrak 0,25g dengan variasi konsentrasi $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ 5%.....	39
Gambar 4.14	Spektrum DRS UV-Vis TiO2 dan komposit TiO_2/Fe_2O_3 dengan variasi konsentrasi $Fe(NO_3)_3.9H_2O$…..	40
Gambar 4.15	Hubungan Efisiensi Degradasi, Adsorpsi dan Fotolisis terhadap waktu (menit)……..	43
Gambar 4.16	Struktur *heterojunction* komposit TiO_2/Fe_2O_3……...	44
Gambar 4.17	Jalur Mekanisme Reaksi Degradasi Rhodamin B……..	45
Gambar 4.18	Dekolorisasi rhodamin B selama 120 menit oleh komposit TiO_2/Fe_2O_3 20%.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian…….	58
Lampiran 2	Perhitungan……	60
Lampiran 3	Hasil Analisis Karakterisasi XRD…….	66
Lampiran 4	Hasil Analisis Karakterisasi DRS UV-Vis…….	69
Lampiran 5	Hasil Uji Aktivitas Fotokatalisis……	79
Lampiran 6	Bukti Karakterisasi……	84


UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan pewarna sintetik saat ini lebih diminati dibanding pewarna alami, karena pewarna sintetik mudah digunakan dan diaplikasikan ke berbagai produk seperti kertas, kain, cat, kendaraan dan peralatan rumah tangga, selain itu pewarna sintetik juga memiliki harga yang terjangkau dan menghasilkan warna yang pekat (Sahara *et al*., 2018). Pewarna sintetik biasanya digunakan oleh industri tekstil. Tentunya industri tekstil akan menghasilkan limbah cair yang apabila tidak diolah akan mencemari lingkungan, karena pada umumnya zat warna sintetik merupakan senyawa organik *non-biodegradable* (Musafira *et al*., 2019). Salah satu pewarna sintetik ialah Rhodamin B (RhB).

RhB merupakan zat pewarna sintetik yang memiliki warna merah terang yang dapat larut didalam air dan memiliki tingkat toksisias yang tinggi (Zhou *et al*., 2022). Dampak negatif yang ditimbulkan apabila limbah RhB terlepas ke lingkungan perairan ialah dapat menghambat reaksi fotosintesis didalam air, karena sulitnya penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air (Sharma *et al*., 2022). Selain itu, dampak negatif yang ditimbulkan dari limbah RhB lainnya ialah dapat menyebabkan kerusakan pada hati, gangguan saluran pernapasan, iritasi kulit hingga kanker ketika terakumulasi ke dalam tubuh manusia (Saad & Dalming, 2022). Oleh karena itu, perlu dilakukannya upaya mengatasi dampak negatif yang ditimbulkan dari zat warna RhB

Beberapa metode telah digunakan untuk mengolah limbah RhB seperti adsorpsi, koagulasi-flokulasi dan filtrasi (Malakootian & Fatehizadeh, 2010; Musafira *et al*., 2019; Purnamawati *et al*., 2015). Akan tetapi metode tersebut kurang efektif digunakan, contohnya pada metode adsorpsi, di mana limbah organik yang terjerap didalam adsorben masih terakumulasi didalamnya, dikarenakan metode adsorpsi hanya menjerap target, namun tidak melenyapkan limbah tersebut, sehingga berpotensi untuk menimbulkan masalah baru bagi lingkungan, serta

memerlukan biaya yang besar untuk meregenerasi adsorben yang telah kehilangan performanya dalam mengadsorpsi. Sedangkan metode koagulasi-flokulasi tidak efektif digunakan karena tidak menghilangkan limbah dengan sempurna, menunjukkan masih adanya warna yang tertinggal didalam air (Sagadevan *et al*., 2022). Untuk metode filtrasi memiliki kekurangan yaitu efektifitas penyerapan limbah zat warna yang relatif rendah (Fitriansyah *et al*., 2021).

Salah satu metode alternatif yang murah dan ramah lingkungan ialah fotokatalisis, karena dapat mengkonversi polutan organik menjadi CO_2 dan H_2O (Al-Buriahi *et al*., 2022). Reaksi fotokatalisis melibatkan material semikonduktor sebagai fotokatalis dan cahaya sebagai sumber energi. Sujatha *et al*. (2020) melaporkan bahwa TiO_2 mampu mendegradasi 70,2% warna limbah kopi dibawah iradiasi sinar UV selama 3 jam pada pH 4. Penelitian yang dilakukan oleh Nadjia *et al*. (2011) juga melaporkan efisiensi degradasi *Congo Red* oleh TiO_2 pada panjang gelombang 365 nm mencapai 93,342% dengan konsentrasi awal *Congo Red* 20 mg/L. Penelitian yang dilakukan oleh Apopei *et al*. (2014) menunjukkan bahwa TiO_2 Degussa P25 berhasil mendekomposisi 99% 4-klorofenol dengan konsentrasi 10 mg/L dibawah pancaran sinar UV-A 9W pada 366 nm. Namun, masih terdapat kekurangan TiO_2 dalam memanfaatkan sumber energi, yaitu TiO_2 hanya dapat aktif pada daerah sinar *ultra violet* (UV), dikarenakan besaran energi celah pitanya berkisar pada 3,0-3,3 eV, dan tingginya rekombinasi pasangan *electron* (e^-) dan *hole* (h^+) (Nadjia *et al*., 2011; Selpiana *et al*., 2022).

Modifikasi fotokatalis TiO_2 dapat dilakukan dengan membentuknya menjadi komposit dengan semikonduktor lain. Salah satu semikonduktor yang dapat di kompositkan dengan TiO_2 adalah Besi (III) Oksida (Fe_2O_3) (Wannapop *et al*., 2021). Senyawa tersebut memiliki energi celah pita berkisar 1,9-2,2 eV, sehingga mampu memberikan respon yang baik pada panjang gelombang daerah *visible*, dibandingkan TiO_2 (Kraushofer *et al*., 2018). Fe_2O_3 bertanggungjawab untuk menyerap energi pada daerah sinar tampak yang menginisiasi reaksi fotokatalisis menghasilkan pasangan *electrno-hole* di permukaan TiO_2, kemudian elektron dari pita valensi TiO_2 akan ditransfer ke pita konduksi Fe_2O_3, dengan demikian akan

menignkatankan efisiensi fotokatalisis TiO_2 pada daerah sinar tampak (Noruozi & Nezamzadeh-Ejhieh, 2020).

Komposit TiO_2/Fe_2O_3 dapat disintesis dengan beberapa metode. Seperti yang dilakukan oleh Wannapop *et al*. (2021) berhasil mensintesis komposit Fe_2O_3/TiO_2 menggunakan metode hidrotermal. Dalam penelitiannya Fe_2O_3 ditambahkan ke TiO_2 dengan variasi konsentrasi 0.05, 0.10, 0.25 dan 0.50 mmol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi celah pita TiO_2 sebesar 3.13 eV turun menjadi 2.5 eV setelah membentuk komposit $0.50Fe_2O_3/TiO_2$. Metode lainnya yang diterapkan untuk mensintesis Fe_2O_3/TiO_2 ialah sol-gel, seperti yang dilakukan oleh Ali *et al*. (2021), di mana dalam penelitiannya menggunakan variasi konsentrasi Fe_2O_3 yaitu 0,1F, 0,5F dan PF untuk Fe_2O_3 murni, hasilnya menunjukkan penurunan energi celah pita TiO_2 dari 3.15 eV menjadi 1.19 eV dengan penambahan Fe_2O_3 murni (PF), namun untuk ukuran kristal dengan penambahan 0,1F menunjukkan ukuran terkecil yaitu 21,6 nm. Selain itu Selpiana *et al*. (2022), Fe_2O_3-TiO_2 berhasil disintesis dengan metode sonikasi dengan konsentrasi prekursor Fe $(NO_3)_3.9H_2O$ sebesar 0,5 M yang dicampurkan dengan bubuk TiO_2 yang telah disentesis sebelumnya. Hasil menunjukkan penurunan energi celah pita TiO_2 yang semula 3,2 eV menjadi 2,6 eV setelah membentuk komposit dengan ukuran kristal 16,12 nm.

Pada umunya sintesis TiO_2 menggunakan asetilaseton sebagai agen pengkhelat untuk mencegah aglomerasi TiO_2 karena prekursor titanium (IV) tetraisopropoksida (TTIP) bersifat higroskopis (Harunrasjid *et al*., 2023; Selpiana *et al*., 2022). Namun demikian penggunaan asetilaseton secara terus-menerus dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia karena sifatnya yang beracun. (Kang *et al*., 2017). Oleh karena itu perlu adanya senyawa pengganti asetilaseton sebagai agen pengkhelat mencegah terjadinya aglomerasi dalam sintesis TiO_2.

Salah satu cara ialah dengan menerapkan *Green Chemsitry* dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Mohamed *et al*. (2019) memanfaatkan ekstrak *flax seed* (FSE) untuk sintesis komposit TiO_2/Fe_2O_3 melalui metode sonokimia dan rasio TiO_2/Fe_2O_3 divariasikan. Hasil

penelitiannya menunjukkan bahwa senyawa yang berperan sebagai *stabilizing agent* sekaligus *templating agent* didalam FSE yaitu 2-hidroksi-gammabutirolakton dan sukrosa yang menghasilkan TiO_2/Fe_2O_3 dengan energi celah pita 2.20 eV dan ukuran pori 2,63 nm. Penelitian yang dilakukan oleh Thakur *et al*. (2019) TiO_2 berhasil disintesis melalui metode sonikasi menggunakan ekstrak *Azadirachta indica* yang mengandung terpenoid, flavonoid dan protein sebagai *stabilizing agent*. Ukuran partikel TiO_2 yang diperoleh berkisar 25 – 87 nm. Sintesis komposit Ag/Fe_2O_3 berbasis *Green Chemistry* juga berhasil dilakukan oleh Al-Zahrani *et al*. (2022) menggunakan ekstrak *Buddleja lindleyana* yang mengandung flavonoid, triterpenoid, feniletanoid dan glikosida iridoid yang bertanggung jawab sebagai agen pereduksi dan stabilizer pembentukan komposit Ag/Fe_2O_3 berukuran berkisar pada 25 – 174 nm. Selain itu Balaraman *et al*. (2022) memanfaatkan rumput laut cokelat *Sargassum* sp sebagai *capping agent* dalam sintesis TiO_2. Berdasarkan penelitian di atas membuktikan bahwa ekstrak tumbuhan yang mengandung senyawa golongan polisakarida dan polifenol dapat digunakan sebagai agen pengkhelat.

Rumput laut cokelat merupakan salah satu tumbuhan kaya akan polisakarida dan polifenol. Selain itu rumput laut cokelat juga mengandung senyawa golongan fenolik seperti katekin, fluorotanin, flavonoid dan flavonol glikosida (Al-Hakkani *et al*., 2021). Salah satu rumput laut cokelat yang dapat digunakan adalah *Sargassum* sp karena mengandung polisakarida seperti alginat, fukoidan dan laminarin dan polifenol (Arsianti *et al*., 2020).

Dalam penelitian ini komposit TiO_2/Fe_2O_3 disintesis menerapkan *Green Chemistry* menggunakan ekstrak *Sargassum* sp yang kaya akan polisakarida dan polifenol sebagai *capping agent* (Arsianti *et al*., 2020; Balaraman *et al*., 2022). Komposit TiO_2/Fe_2O_3 disintesis dari Titanium (IV) Tetraisopropoksida (TTIP) dan Besi (III) Nitrat ($Fe(NO_3)_3.9H_2O$) dengan penambahan variasi massa ekstrak (0,25; 0,50 dan 0,75 g) serta variasi konsentrasi besi (III) nitrat (5, 10 dan 20%). Kemudian dikarakterisasi: gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* Sp*ectroscopy* (FTIR), ukuran partikel dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), kristalinitas

dengan *X-ray Diffraction* (XRD), dan energi celah pita dengan *Ultraviolet-visible Diffuse Reflectance* (UV-DRS). Aktivitas fotokatalitik akan diuji terhadap degradasi RhB dengan bantuan sinar tampak (lampu LED putih).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah yang bisa diambil dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik komposit TiO_2/Fe_2O_3 yang dihasilkan
2. Bagaimana aktivitas fotokatalisis komposit TiO_2/Fe_2O_3 terhadap degradasi rhodamin B dibawah iradiasi sinar tampak.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan pada latar belakang dan rumusan masalah di atas yaitu:

1. Menentukan karakteristik komposit TiO_2/Fe_2O_3 yang dihasilkan
2. Menentukan aktivitas fotokatalisis komposit TiO_2/Fe_2O_3 terhadap degradasi rhodamin B dibawah iradiasi sinar tampak.