FOTODEGRADASI PEWARNA TEKSTIL MENGGUNAKAN KOMPOSIT POLIPROPILENA-TiO_2 DENGAN BANTUAN LENSA FRESNEL

SARAH APRILIA
H1021181058

SKRIPSI

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

FOTODEGRADASI PEWARNA TEKSTIL MENGGUNAKAN KOMPOSIT POLIPROPILENA-TiO_2 DENGAN BANTUAN LENSA FRESNEL

SARAH APRILIA
H1021181058

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Fotodegradasi Pewarna Tekstil Menggunakan Komposit Polipropilena-TiO_2 dengan Bantuan Lensa Fresnel
Nama Mahasiswa	: Sarah Aprilia
NIM	: H1021181058
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 17 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 4047 /UN22.8/TD.06/2023/Tanggal 20 Oktober 2023
SK Penguji	: No. 4232/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 16 Desember 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Azrul Azwar. S.Si., M.Si	Asifa Asri. S.Si., M.SI
NIP198107302005011002	NIP199006052022032010

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Yudha Arman. S.Si., M.Si., D.Sc	Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si
NIP197805132003121002	NIP198102062006041003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Azrul Azwar. S.Si., M.Si	Asifa Asri. S.Si., M.SI
NIP198107302005011002	NIP199006052022032010

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Sarah Aprilia
NIM	: H1021181058
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Fisika
Fakultas	: Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam

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 pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 27 Juli 2024



Sarah Aprilia
H1021181008

Fotodegradasi Pewarna Tekstil Menggunakan Komposit Polipropilena-TiO_2 dengan Bantuan Lensa Fresnel

Abstrak

Fotodegradasi merupakan proses penguraian senyawa kimia akibat paparan cahaya, khususnya sinar ultraviolet (UV). Proses ini dapat dipercepat dengan bantuan material fotokatalis. Salah satu material fotokatalis yang umum digunakan dalam proses fotodegradasi adalah Titanium Dioksida (TiO_2). Penelitian ini menyajikan studi tentang fotodegradasi pewarna tekstil *methylene blue* (MB) secara fotokatalitik oleh TiO_2 yang dideposisikan pada bulir polipropilena (PP) di bawah paparan sinar matahari dengan bantuan lensa Fresnel. Lensa Fresnel ditambahkan pada reaktor untuk memfokuskan sinar matahari agar intensitas cahaya yang masuk ke reaktor menjadi lebih besar. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan lensa Fresnel tidak terlalu signifikan dalam meningkatkan suhu larutan MB, karena suhu larutan MB pada reaktor dengan lensa Fresnel hanya lebih tinggi sekitar 2 ^oC dibandingkan dengan suhu larutan MB pada reaktor tanpa lensa Fresnel. Akan tetapi, penggunaan lensa Fresnel ini dapat meningkatkan intensitas sinar UV yang masuk ke reaktor hingga lima kali lipat dibandingkan dengan tanpa bantuan lensa Fresnel. Peningkatan sinar UV ini mengakibatkan laju fotodegradasi MB naik sekitar 23% dibandingkan dengan sistem tanpa lensa Fresnel. Temuan ini menunjukkan potensi penggunaan lensa Fresnel dalam meningkatkan efisiensi fotodegradasi pewarna tekstil secara fotokatalitik dan diharapkan dapat memberikan kontribusi penting pada pengembangan teknologi pengolahan limbah berbasis energi matahari.

Kata Kunci : Fotodegradasi, Fotokatalis, Lensa Fresnel, TiO_2, Pewarna tekstil

Photodegradation of Textile Dyes Using Polypropylene-TiO_2 Composites Assisted By Fresnel Lenses

Abstract

Photodegradation is the process of decomposing chemical compounds due to light exposure, particularly ultraviolet (UV) rays. This process can be accelerated with the aid of photocatalyst materials. One of the most commonly used photocatalyst materials in photodegradation processes is Titanium Dioxide (TiO2). This study presents research on the photodegradation of the textile dye methylene blue (MB) through photocatalysis using TiO2 deposited on polypropylene (PP) beads under sunlight exposure with the assistance of a Fresnel lens. The Fresnel lens was incorporated into the reactor to focus sunlight, increasing the light intensity entering the reactor. Experimental results indicate that the use of the Fresnel lens had minimal impact on increasing the temperature of the MB solution, with the solution temperature in the reactor equipped with the Fresnel lens being only about 2°C higher than that of the reactor without the lens. However, the Fresnel lens significantly enhanced the UV light intensity entering the reactor, up to five times greater than without the lens. This increase in UV intensity resulted in a 23% improvement in the MB photodegradation rate compared to the system without the Fresnel lens. These findings demonstrate the potential of using Fresnel lenses to enhance the efficiency of photocatalytic textile dye photodegradation and are expected to contribute significantly to the development of solar energy-based wastewater treatment technologies.

Keywords: *Photodegradation, Photocatalyst, Fresnel Lens, TiO_2, Textile Dye*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat, rahmat, serta karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul "PENGURAIAN PEWARNA TEKSTIL SECARA FOTOKATALITIK MENGGUNAKAN KOMPOSIT PP-TiO_2 DENGAN BANTUAN LENSA Fresnel" dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat selesainya jenjang S1 dalam Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Selama perkuliahan dan penelitian, penulis mendapatkan banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak pihak demi memperlancar studi S1 ini. Oleh karena itu, dengan sangat hormat, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang yang sangat kucintai, Bapak Yanto dan Ibu Agustinah, S.E (Almh), terimakasih karena selalu mengusahakan untuk saya bisa kuliah, dan mengusahakan apapun keinginan saya. terimakasih karena selalu senantiasa mendoakan saya dan tiada hentinya memberikan kasih sayang kepada saya. Terimakasih karena selalu mendukung apapun impian saya.
2. Bapak Dr. Azrul Azwar, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Asifa Asri, S.Si, M.Si selaku dosen Pembimbing II yang selalu sabar memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini,
4. Bapak Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc. selaku dosen Penguji I yang dengan rela memberikan arahan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si, M.Si selaku dosen Penguji II yang dengan rela memberikan arahan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku dosen Pembimbing akademik selama masa kuliah berlangsung.
7. Bapak Ibu Dosen dan staf jurusan fisika, yang telah memberikan ilmu serta bantuan dari awal masuk ke dunia perkuliahan sampai dengan saya lulus.
8. Keluarga besar Abdullah yang selama ini telah membantu secara moral dan memberikan semangat saya selama masa perkuliahan.

9. Toni Gunawan, A.Md, terimakasih karena telah menjadi salah satu bagian penting dalam perjalanan hidup saya. berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, meluangkan banyak hal baik tenaga, waktu, pikiran dan materi. Terimakasih karena selalu membersamai dalam segala kondisi
10. Ya' Muhammad Arsyad, terimakasih karena selama ini banyak membantu saya selama penilitian maupun dalam penulisan skripsi saya. Terimakasih sudah bersedia menjadi teman yang selalu mengajari dan membantu saya selama perkuliahan.
11. Teruntuk Pipit Kusmayanti, Yuni Prasetia Ningsih, Yoga Tamura, Amelia MS Vinanda dan Nadia sahabat di dunia perkuliahan saya. Terimakasih karena selalu membersamaiku selama perkuliahan. dan selalu menjadi garda terdepan saat saya membutuhkan bantuan.
12. Teruntuk sahabat tercinta Aisyah, Agustini Rabuanti, Anita, Sista Devitri, Melna, terimakasih karena tidak pernah meninggalkan saya sendirian, selalu menjadi garda terdepan disaat saya dalam kondisi apapun dan selalu memberikan semangat maupun saran untuk saya.
13. Para PH Himafis 2020/2021 Arsyad, Salsa, Cindy, Mariani, Joko, Pipit, Siska, Nanda yang telah membantu penelitian dan memberikan semangat dalam menulis skripsi.
14. Teman-teman Phygeon (fisika 2018) yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membersamai selama perkuliahan di prodi fisika.
15. Warga Fisika, FMIPA UNTAN atas bantuan-bantuannya selama kuliah.
16. 8Pihak-pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini, yang mungkin saya lupa sebutkan.
17. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, terimakasih karena sudah bertahan sejauh ini, terimakasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sampai dititik ini. Meskipun rasanya ini terlambat karena orang yang sangat menginginkan dirimu sarjana telah bahagia diatas sana dan meskipun terlalu harus merasa banyak sekali kehilangan yang terjadi ketika proses penulisan skripsi ini tapi terima kasih karena sudah memutuskan untuk tidak menyerah sesulit apapun ketika dalam proses penyusunan skripsi ini sehingga akhirnya

telah selesai dengan sebaik dan semaksimal mungkin. Ini merupakan pencapaian besar yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

penulis menyadari bahwa dalam kepenulisan skripsi ini masih banyak kekurangan baik dalam penyajian maupun materi yang diberikan. maka dari itu penulis menerima saran dan kritik agar skripsi ini menjadi lebih baik. besar harapan Penulis Skripsi ini dapat berguna dan dimanfaatkan oleh banyak orang.

Pontianak, 27 Juli 2024

Penulis,

Sarah Aprilia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Pewarna Tekstil 4
2.2 Material Fotokatalis 4
2.3 Titanium dioksida (TiO_2) 6
2.4 Polipropilena (PP) 7
2.5 Metode *Thermal milling* 8
2.6 Fresnel *Solar Concentrator* 8
2.7 Spektrofotometer UV-Vis 9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 11
3.2 Alat dan Bahan 11
3.2.1 Alat 11
3.2.2 Bahan 11
3.3 Tahapan kerja 11
3.3.1 Pembuatan Komposit PP-TiO_2 12
3.3.2 Pengujian Pengaruh Lensa Fresnel terhadap Laju Fotodegradasi MB oleh Komposit PP-TiO_2 12
3.3.3 Penentuan Model Laju Reaksi Fotodegradasi 14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 15
4.1 Pembuatan Komposit PP-TiO_2 15
4.2 Pengukuran Intensitas UV dan Suhu Larutan MB 16
4.3 Uji Aktivitas Fotokatalitik PP-TiO_2 dalam Larutan MB 17

BAB V SIMPULAN DAN SARAN 20
5.1 Kesimpulan 20
5.2 Saran 20
DAFTAR PUSTAKA 21
LAMPIRAN.....19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme fotokatalisis..... 6
Gambar 2.2 Titanium dioksida (TiO2) berbentuk serbuk..... 7
Gambar 2.3 Biji plastik PP..... 7
Gambar 2.4 (a) Cermin pantul Fresnel (b) Lensa bias Fresnel 9
Gambar 2.5 Skema pengujian Spektrofotometer UV-Vis..... 9
Gambar 3.1 Proses pembuatan komposit PP-TiO2..... 12
Gambar 3.2 Susunan eksperimen..... 13
Gambar 4.1 Komposit PP-TiO2 hasil pabrikasi..... 15
Gambar 4.2 Spektrum absorbansi UV-Vis 2-8 jam pada larutan MB 17
Gambar 4.3 Grafik linearisasi absorbansi terhadap lama penyinaran untuk reaktor dengan lensa (L) dan tanpa lensa (TL)..... 19

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran intensitas UV (Mw/cm3) 16
Tabel 4.2 Hasil pengukuran suhu larutan MB (°C)..... 17
Tabel 4.3 Perbandingan nilai puncak spektrum absorbansi larutan MB dalam reaktor dengan lensa (L) dan reaktor tanpa lensa (TL) 18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pengamatan 19
Lampiran 2. Grafik Perbandingan laju fotokatalitik dengan menggunakan bantuan lensa Fresnel dan tanpa lensa Fresnel 19
Lampiran 3. Dokumentasi 20

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, industri tekstil telah menjadi sektor yang penting karena memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian global (Desore and Narula, 2018). Namun, industri ini juga membawa dampak negatif terhadap lingkungan berupa limbah cair yang dihasilkannya. Limbah tersebut dapat menurunkan kualitas perairan karena dapat meningkatkan parameter pencemaran biokimia air, seperti nila *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) (Setiadi, 2001). Selain itu, pewarna tekstil yang banyak digunakan pada limbah cair ini umumnya bersifat *non-biodegradable*, sehingga sulit terurai secara alami di lingkungan (Orts *et al.*, 2018) Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan limbah yang efektif sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan agar dampaknya terhadap ekosistem dapat diminimalkan. Teknologi fotokatalitik telah menjadi salah satu metode alternatif yang menjanjikan untuk pengolahan zat warna dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber foton untuk mengaktivasi sifat katalitik pada bahan semikonduktor (Sutisna *et al.*, 2017) TiO_2 merupakan material semikonduktor yang paling umum digunakan dalam teknologi ini. Meskipun dalam prosesnya, TiO_2 dapat didispersikan secara langsung, namun metode ini akan menyulitkan dalam pemisaahan TiO_2 dari produk air yang telah terdgeradasi. Untuk mengatasi hal tersebut, TiO_2 dapat dideposisikan pada material penyangga seperti Polipropilena (PP) sehingga menghasilkan komposit TiO_2-PP yang dapat terapung di permukaan air (Aliah *et al.*, 2014) Asri et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan komposit TiO_2-PP dapat mereduksi pewarna tekstil *Metylene Blue* (MB) sampai 90%. Selain itu, komposit TiO_2-PP bersifat *reusable*, karena dapat digunakan hingga delapan kali pengulangan. Oleh karena itu metode ini sangat menjanjikan untuk dikembangkan lebih lanjut.

Laju reaksi fotokatalisis sangat bergantung pada intensitas cahaya, khususnya sinar UV yang diserap oleh material fotokatalis dalam proses tersebut. Upaya peningkatan intensitas cahaya ini dapat dilakukan dengan memfokuskan cahaya tersebut dengan menggunakan lensa. (Kuo and Chen, 2012) menunjukkan

bahwa lensa Fresnel dapat meningkatkan intensitas cahaya matahari hingga 2,5 kali lipat. Lensa Fresnel dipilih karena lebih tipis dan jauh lebih ringan dibandingkan dengan lensa cembung konvesional. Selanjutnya (Kuo and Chen, 2012) juga melaporkan bahwa dengan bantuan lensa Fresnel, proses pengolahan limbah melalui reaksi foto-fenton dapat mengurangi laju penurunan nilai COD hingga 4,5 kalinya, serta laju penguraian zat warna azo naik sebesar 29%.

Adanya peningkatan laju fotodegradasi dengan bantuan penggunaan lensa Fresnel pada studi sebelumnya menjadikan hal tersebut menarik untuk dieksplorasi lebih lanjut. Sejauh penelusuran pustaka yang telah dilakukan, belum ada kajian mengenai penggunaan lensa Fresnel dalam membantu peningkatan laju fotodegradasi pewarna tekstil oleh komposit PP-TiO_2. Oleh karena itu, skripsi ini melaporkan hasil kajian tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana perbedaan laju fotodegradasi pewarna tekstil MB oleh komposit TiO_2-PP pada sistem yang menggunakan lensa Fresnsel dengan sistem yang tidak menggunakan lensa Frensel.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada perbandingan konstanta laju reaksi fotodegradasi MB pada sistem dengan lensa Fresnel dan tanpa lensa Fresnel.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konstanta laju fotodegradasi MB serta membandingkan nilainya untuk sistem dengan lensa Fresnel dan tanpa lensa Fresnel

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat mengungkapkan potensi penggunaan lensa Fresnel dalam meningkatkan efisiensi fotodegradasi pewarna tekstil secara fotokatalitik, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan limbah cair, khususnya limbah pewarna tekstil, dengan memanfaatkan energi matahari.