

**SINTESIS KOMPOSIT ZEOLIT-TITANIUM DIOKSIDA
SERTA KAJIAN KINETIKA KIMIA
PADA FOTODEGRADASI DAN ADSORPSI LIMBAH CAIR TEKSTIL**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**



**Oleh:
SANIA FATMASARI
18106030040**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2022**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2893/Un.02/DST/PP.00.9/12/2022

Tugas Akhir dengan judul : Sintesis Komposit Zeolit-Titanium Dioksida serta Kajian Kinetika Kimia pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SANIA FATMASARI
Nomor Induk Mahasiswa : 18106030040
Telah diujikan pada : Jumat, 16 Desember 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc
SIGNED

Valid ID: 63ab712769f18



Penguji I

Endaruji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 63a9601cae1aa



Penguji II

Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63a96feb54b36



Yogyakarta, 16 Desember 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63aba8c2e60ca



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sania Fatmasari
NIM : 18106030040
Judul Skripsi : Sintesis Komposit Zeolit-Titanium Dioksida serta Kajian Kinetika Kimia pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 07 November 2022

Pembimbing

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.

NIP: 19811111 201101 1 007

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp. : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sania Fatmasari
NIM : 18106030040
Judul Skripsi: Sintesis Zeolit-Titanium Dioksida Dan Kajian Kinetika Kimia Pada Fotodegradasi Dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 16 Desember 2022
Konsultan,



Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp. : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Sania Fatmasari
NIM : 18106030040
Judul Skripsi: Sintesis Zeolit-Titanium Dioksida Dan Kajian Kinetika Kimia Pada Fotodegradasi Dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil

Sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 16 Desember 2022
Konsultan



Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sania Fatmasari
NIM : 18106030040
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Sintesis Komposit Zeolit-Titanium Dioksida serta Kajian Kinetika Kimia pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil.

Dengan ini, menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya

Yogyakarta, 16 Desember 2022



SEPULEH RIBU RUPIAH
1000
TEL. 088AKX164129999
METERAI
TEMPEL
Sania Fatmasari
NIM. 18106030040

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

وَلَنذَلُّوَنَكُم بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ ۗ وَبَشِّرِ
الصَّابِرِينَ

“Dan Kami pasti akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikanlah kabar gembira kepada orang-orang yang sabar” (QS. Al-Baqarah ayat 155)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah ayat 5)

Hanya diri sendiri dan orang tua yang dapat dipercaya (Sania Fatmasari)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk

Ibu dan bapak yang telah mendidik dengan tulus

Kakak dan sahabat-sahabat yang selalu mendukung

Serta untuk almamater ku
Program Studi Kimia
UIN SUNAN KALIJAGA



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa dihaturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang selalu dilimpahkan kepada kita. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis Komposit Zeolit-Titanium Dioksida Serta Kajian Kinetika Kimia Pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil”. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat guna kelulusan dan pengambilan gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulisan laporan ini dapat terselesaikan atas bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, memberikan masukan, dan arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Sudarlin, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu dan arahan terkait studi dengan sabar.
5. Dosen dan staff Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah berbagi ilmu.
6. Bapak Robert selaku admin PT. Pandatex yang telah memberikan izin untuk melakukan pengambilan limbah.
7. Kedua orang tua dan keluarga penulis Bapak Sumpena S.Mn., dan Ibu Rusiyah S.Pd serta Kakak Haikal Widodo S.TP yang selalu memberikan dukungan, doa, dan bantuan hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh PLP Laboratorium Kimia dan Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Bapak Indra Nafiyanto S.Si., Bapak Wijayanto S.Si, Bu Isni Gustanti S.Si., yang telah membantu dan memberikan fasilitas kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
9. Teman-teman Kimia lintas angkatan terkhusus angkatan 18 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menemani selama proses studi dan berproses bersama .
10. Teman-teman KKN Dusun Seropan III yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan membantu penulis.
11. Teman-teman Forum Kajian Islam Sains dan Teknologi yang selalu memberikan semangat kepada penulis
12. Sintha, Fitri, Rani, Ois, Alda, Rahma, Kenti, Husain, Hanum, Duwi, Yannief, Dhawi selaku sahabat terdekat yang selalu membantu tanpa pamrih kepada penulis.
13. Seluruh pihak yang mendukung, membimbing, membantu, dan lain-lain penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini belum sempurna dan masih terdapat kekurangan dan kelemahan. Maka dari itu, penulis berharap masukan, kritik, dan saran yang membangun demi perbaikan tulisan ini. Akhir kata, penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dari penulis, semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk kepentingan referensi dan menambah pengetahuan yang berguna bagi semua pihak khususnya di bidang sains kimia.

Yogyakarta, 16 Desember 2022

Penulis



DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTAN	iv
NOTA DINAS KONSULTAN	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR dan TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK xiv	
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka dan Kerangka Berpikir.....	6
B. Landasan teori	10
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat dan Bahan	24
C. Bahan Penelitian.....	25
D. Cara Kerja Penelitian	25
1. Preparasi zeolit alam.....	25
2. Preparasi TiO ₂	25
3. Preparasi Limbah Cair Tekstil	26
4. Sintesis Zeolit-TiO ₂	26
5. Uji kinerja fotokatalis zeolit-TiO ₂	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Karakterisasi FTIR Zeolit Alam, TiO ₂ , Zeolit-TiO ₂	28
B. Karakterisasi XRD Zeolit Alam, TiO ₂ , Zeolit-TiO ₂	30
C. Karakterisasi DR UV-Vis TiO ₂ dan zeolit-TiO ₂	32
D. Uji kinerja fotokatalis zeolit-TiO ₂	35
1. Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil Variasi Kondisi Reaksi.....	39
2. Fotodegradasi Limbah Cair Tekstil Variasi Berat	40
3. Fotodegradasi Limbah Cair Tekstil Variasi Suhu.....	42
E. Kajian Kinetika Kimia	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR dan TABEL

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Spektra InfraRed Zeolit, TiO ₂ , Zeolit-TiO ₂	28
Gambar 4.2. Hasil Difraktogram XRD Zeolit, TiO ₂ , Zeolit-TiO ₂	31
Gambar 4.3. Hasil Karakterisasi Titanium Dioksida dengan DR UV-Vis.....	33
Gambar 4.4. Hasil Karakterisasi Zeolit-TiO ₂ dengan DR UV-Vis	34
Gambar 4.5. Hasil Persentase Pengurangan COD Variasi Kondisi Reaksi	39
Gambar 4.6. Hasil Persentase Pengurangan COD Variasi Berat	41
Gambar 4.7. Hasil Pengukuran Kadar COD Variasi Suhu	42
Gambar 4.8. Kinetika Fotodegradasi dan Adsorpsi Reaksi Orde 0	44
Gambar 4.9. Kinetika Fotodegradasi dan Adsorpsi Reaksi Orde 1	44
Gambar 4.10. Kinetika Fotodegradasi dan Adsorpsi Reaksi Orde 2	45
Gambar 4.11. Konstanta Laju Fotokatalitik Sebagai Fungsi Kondisi Reaksi.....	45
Gambar 4.12. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 0 Pada Variasi Berat.....	46
Gambar 4.13. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 1 Pada Variasi Berat.....	47
Gambar 4.14. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 2 Pada Variasi Berat.....	47
Gambar 4.15. Efek berat fotokatalis terhadap konstanta laju reaksi.....	48
Gambar 4.16. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 0 Pada Variasi Suhu	48
Gambar 4.17. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 1 Pada Variasi Suhu	49
Gambar 4.18. Kinetika Fotodegradasi Reaksi Orde 2 Pada Variasi Suhu	49
Gambar 4.19. Plot Arrhenius dari $\ln k_{app, min}^{-1}$ vs $1/t$	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Penurunan Senyawa Organik Limbah Cair Tekstil.....	36
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spektra Infra Red Zeolit Alam.....	57
Lampiran 2. Spektra InfraRed TiO ₂	58
Lampiran 3. Spektra InfraRed Zeolit-TiO ₂	59
Lampiran 4. Perhitungan Energi Celah Pita TiO ₂	61
Lampiran 5. Perhitungan Energi Celah Pita Zeolit-TiO ₂	62
Lampiran 6. Difraktogram XRD Zeolit, TiO ₂ , Zeolit-TiO ₂	63
Lampiran 7. Perhitungan Penentuan Orde Reaksi	63
Lampiran 8. Perhitungan Plot Arrhenius	66
Lampiran 9. Hasil Uji Kinerja Fotokatalis Zeolit-TiO ₂	67
Lampiran 10. JCPDS TiO ₂ -Rutile.....	70
Lampiran 11. Curriculum Vitae.....	72

ABSTRAK**Sintesis Komposit Zeolit-Titanium Dioksida dan Kajian Kinetika Kimia Pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil****Sania Fatmasari
18106030040****Dosen Pembimbing : Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc**

Telah dilakukan studi sintesis komposit zeolit-titanium dioksida serta kajian kinetika kimia pada fotodegradasi dan adsorpsi limbah cair industri tekstil. Pembuatan fotokatalis zeolit-TiO₂ bertujuan mendegradasi kandungan senyawa organik pada limbah cair tekstil.

Komposit Zeolite-TiO₂ dibuat dengan metode inklusi larutan oligokation Ti dalam pori-pori zeolit dengan bahan utama zeolit alam dan TiCl₄. Identifikasi gugus fungsi dilakukan menggunakan instrumen spektrofotometri Fourier Transform-Infra Red (FT-IR), sedangkan karakterisasi fasa kristalin Zeolite-TiO₂ dilakukan instrumen X-Ray Diffraction (XRD), kemudian penentuan energi celah pita dilakukan dengan Diffuse Reflectance Ultraviolet-Visible (DR UV-Vis). TiO₂ – zeolit diuji kinerja fotokatalisnya untuk fotodegradasi limbah cair tekstil dengan variasi kondisi reaksi pada UV tanpa katalis ; katalis tanpa UV ; UV dan katalis, variasi berat pada 0,1 , 0,2 , dan 0,3 gram, variasi suhu pada 30, 40, 50°C dalam waktu 30, 60, 90, 120 menit.

Hasil karakterisasi IR menunjukkan pita serapan kuat terjadi pelebaran gugus fungsi penyusun O-Si-O dan O-Al-O pada bilangan gelombang puncak 1080.14 cm⁻¹ mencirikan khas dari suatu zeolit alam, puncak spektra 570.93 cm⁻¹ dan 694.37 cm⁻¹ menunjukkan spektra karakteristik dari TiO₂. Karakterisasi Zeolite-TiO₂ dengan XRD menunjukkan zeolit alam tersusun atas mineral mordenit pada $2\theta = 17.92^\circ ; 19.98^\circ ; 21.16^\circ ; 22.62^\circ ; 23.92^\circ ; 26.10^\circ$ dan mineral klintilolit pada $2\theta = 26,94^\circ$, terdeteksi fasa kristalin TiO₂ rutil pada puncak difraksi di $2\theta = 27.34^\circ ; 36.00^\circ ; 39.08^\circ ; 41.20^\circ ; 54.28^\circ ; 56.48^\circ ; 62.80^\circ ; 69.59^\circ$. Karakteristik energi celah pita pada TiO₂ dan Zeolite-TiO₂ dengan DR UV-vis menunjukkan energi celah pita TiO₂ rutil sebesar 3,02 eV mengalami peningkatan energi celah pita setelah diimbangkan pada zeolit alam sebesar 3,10 eV. Fotodegradasi limbah cair tekstil sebelum treatment dan setelah treatment menunjukkan penurunan terhadap nilai COD hingga 82,20%. Kinetika fotodegradasi dan adsorpsi limbah cair tekstil variasi kondisi reaksi, berat, dan suhu telah mengikuti kaidah mekanisme reaksi orde 2.

Kata kunci : fotokatalis Zeolite-TiO₂, fotodegradasi, limbah cair tekstil

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tingginya aktivitas industri tekstil menyebabkan permasalahan lingkungan di kawasan sekitar sektor industri tekstil. Limbah cair yang dikeluarkan oleh industri tekstil mengandung banyak zat pewarna yang dapat merusak lingkungan perairan. Zat warna yang dihasilkan dari proses pewarnaan tekstil lebih dari 7x10⁵ ton limbah dan terdapat 100.000 jenis zat warna yang terkandung di dalamnya. Zat warna yang biasanya digunakan dalam industri tekstil diantaranya metilen biru, metil merah, rhodamin B yang mana sulit untuk di degradasi. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan limbah cair industri tekstil agar dapat dikurangi bahaya senyawa organik yang ditimbulkan (Robinson, 2001).

Titanium dioksida (TiO₂) atau titania, yaitu bentuk oksida yang paling umum untuk logam titanium. Kristal TiO₂ bersifat asam yang tidak larut dalam air, asam klorida, asam sulfat encer, dan alkohol (Prima, 2012). Fotokatalis TiO₂ dipilih karena dapat mempercepat reaksi dalam penurunan konsentrasi COD (oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam menguraikan zat organik dan tingkat pencemaran yang disebabkan zat organik). Akan tetapi, penggunaan TiO₂ dengan bantuan sinar UV memiliki aktivitas fotokatalis nya kurang efisien dalam mendegradasi senyawa organik. Sehingga, dapat ditingkatkan aktivitas fotokatalis TiO₂ melalui pengembangan pada material pendukung. Salah satu yang dapat digunakan material pendukung tersebut adalah zeolit alam. Zeolit alam memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa organik meskipun tanpa

bantuan sinar UV selama proses adsorpsi. Untuk itu TiO_2 perlu diimbangkan dalam zeolit alam dengan tujuan semakin banyak TiO_2 masuk ke pori-pori zeolit untuk mengikat senyawa organik. Beberapa keuntungan dari pengembangan fotokatalis pada zeolit alam antara lain potensi zeolit alam yang melimpah di Indonesia serta stabilitas yang tinggi pada kondisi asam (Fatimah, 2005). Selain itu, penggunaan sinar UV dengan panjang gelombang 284 nm pada fotoreaktor dapat membantu meningkatkan aktivitas fotokatalis zeolit- TiO_2 dalam mendegradasi senyawa organik pada limbah cair tekstil.

Penelitian mengenai fotokatalis TiO_2 dilakukan oleh Almu'minin (2015). Dalam penelitian beliau dijelaskan bahwa pengukuran aktivitas fotokatalis TiO_2 anatase dengan bantuan sinar UV pada panjang gelombang 365nm didapatkan nilai persentase degradasi yang memiliki korelasi dengan nilai energi celah pita yang dihasilkan. Energi celah pita yang semakin kecil, sehingga TiO_2 sebagai fotokatalis semakin mudah menangkap foton dan reaksi fotodegradasi semakin cepat tercapai. Studi fotokatalis TiO_2 untuk degradasi limbah cair juga dilakukan oleh Riyani, dkk (2012). Penambahan urea pada fotokatalis TiO_2 memiliki pengaruh pada peningkatan aktivitas fotokatalis, perbandingan molar TiO_2 -Urea optimum pada perbandingan 90:10 dengan persen penurunan BOD 48,4% dan COD 72,73%. Kemudian, penelitian fotokatalis TiO_2 yang dilakukan oleh Nurillahi, dkk (2017) menggunakan fotokatalis TiO_2 -abu vulkanik untuk limbah cair batik menggunakan metode yang digunakan adalah oksidasi fotokatalitik. Hasil penelitian menunjukkan penambahan oksidator H_2O_2 mempunyai efektivitas yang lebih baik dalam metode pengolahan limbah. Penggunaan fotokatalis TiO_2 dalam penelitian-penelitian

sebelumnya dapat menurunkan degradasi pada limbah cair. Akan tetapi, memiliki kekurangan diantaranya saat fotodegradasi berlangsung panjang gelombang yang digunakan terlalu besar, akibatnya elektron akan sedikit yang tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Selain itu, matriks urea dan abu vulkanik yang digunakan sebagai pengemban TiO_2 tidak cukup mampu mengikat TiO_2 sehingga senyawa organik yang diikat oleh fotokatalis sedikit. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan panjang gelombang 284nm dengan zeolit alam sebagai matriks pengemban yang memiliki luas permukaan lebar untuk mengikat TiO_2 ke dalam pori-pori zeolit. Proses fotodegradasi ketika menguraikan suatu senyawa (biasanya senyawa organik) dengan bantuan foton ini memerlukan suatu fotokatalis yang umumnya merupakan bahan semikonduktor (Fatimah, 2005).

Berdasarkan pemaparan di atas, terkait dampak limbah cair tekstil terhadap kesehatan lingkungan telah menginspirasi peneliti untuk melakukan penelitian terkait cemaran limbah cair industri tekstil dengan judul “Sintesis Komposit Titanium Dioksida-Zeolit Serta Kajian Kinetika Kimia Pada Fotodegradasi dan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil”. Limbah cair tekstil ini perlu dilakukan pengolahan yang tepat agar tidak mencemari lingkungan serta tidak melebihi ambang batas standar PERMENLH/6/2019. Penelitian kali ini dilakukan dengan mendispersikan TiO_2 ke dalam pori-pori zeolit, kemudian uji aktivitas fotokatalis terhadap limbah cair tekstil.

B. Batasan Masalah

Supaya penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis limbah yang digunakan yaitu limbah cair tekstil.
2. Parameter dalam penelitian ini yaitu BOD, COD, TSS, fenol, pH dengan kebaruan penelitian variasi berat fotokatalis TiO_2 , variasi suhu, dan variasi kondisi reaksi.
3. Kajian kinetika kimia yang dibahas yaitu penentuan orde reaksi dan pengaruh konstanta laju reaksi terhadap variasi kondisi reaksi, variasi berat, dan variasi suhu.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, untuk mempermudah pembahasan, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik zeolit, TiO_2 , Zeolit- TiO_2 berdasarkan parameter FTIR, XRD, dan DR-UV Vis?
2. Bagaimana kinerja fotokatalis Zeolit- TiO_2 berdasarkan parameter variasi kondisi reaksi, berat, serta suhu ketika proses fotodegradasi berlangsung?
3. Bagaimana cara menentukan orde reaksi dan pengaruh konstanta laju reaksi saat fotodegradasi limbah cair tekstil?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan sebelumnya, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mendapatkan karakteristik gugus fungsi dari zeolit, TiO_2 , Zeolit- TiO_2 , bentuk material TiO_2 amorf atau kristal, ukuran kristal, bentuk fasa TiO_2 serta susunan kristal material Zeolit- TiO_2 , dan juga energi celah pita setelah TiO_2 berhasil diembankan pada zeolit.

2. Memahami kinerja suatu fotokatalis TiO_2 saat divariasikan berat, suhu, dan kondisi reaksi yang kemudian diaplikasikan ke limbah cair tekstil.
3. Menentukan orde reaksi dan pengaruh konstanta laju reaksi saat fotodegradasi limbah cair tekstil.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya :

1. Memberikan informasi terkait karakteristik gugus fungsi dari zeolit, TiO_2 , Zeolit- TiO_2 , struktur material TiO_2 amorf atau kristal, ukuran kristal, bentuk fasa TiO_2 serta susunan kristal material Zeolit- TiO_2 , serta energi celah pita Zeolit- TiO_2 .
2. Memberikan informasi tentang kinerja fotokatalis TiO_2 yang divariasikan berat, suhu nya dalam kondisi reaksi (gelap-terang) pada saat dilakukan proses fotodegradasi berlangsung.
3. Memberikan informasi cara menentukan orde reaksi dan pengaruh konstanta laju reaksi terhadap variasi kondisi reaksi, variasi berat, dan variasi suhu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil tahapan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakterisasi FTIR terhadap zeolit alam, TiO_2 , zeolit- TiO_2 menunjukkan pita serapan kuat terjadi pelebaran gugus fungsi penyusun O-Si-O dan O-Al-O pada bilangan gelombang puncak 1080.14 cm^{-1} mencirikan khas dari suatu zeolit alam, puncak spektra 570.93 cm^{-1} dan 694.37 cm^{-1} menunjukkan spektra karakteristik dari TiO_2 . Perbandingan pola difraksi XRD antara zeolit alam, TiO_2 , Zeolit- TiO_2 menunjukkan struktur kristal TiO_2 yang telah diembankan pada zeolit berupa fasa rutil pada $2\theta = 26.56^\circ$; 43.48° . Analisa data serapan DR UV-Vis didapat energi celah pita pada TiO_2 rutil sebesar 3.02 eV terjadi peningkatan energi celah pita sebesar 3.10 eV setelah diembankan pada zeolit.
2. Kinerja dari fotokatalis mengalami kenaikan seiring dengan naiknya massa fotokatalis akan tetapi kinerja fotokatalis mengalami penurunan seiring kenaikan suhu dalam mendegradasi senyawa organik pada limbah cair tekstil.
3. Kinetika kimia pada fotodegradasi dan adsorpsi limbah cair tekstil pada variasi kondisi reaksi, variasi berat, dan variasi suhu mengikuti kaidah orde reaksi 2. Konstanta laju meningkat seiring dengan perubahan suhu, banyaknya massa fotokatalis yang digunakan, dan lama penggunaan sinar UV saat proses fotodegradasi berlangsung.

B. Saran

Terlepas dari semua keterbatasan penelitian yang telah digunakan, penelitian lebih lanjut disarankan:

1. Penelitian lanjut perlu dilakukan metode Response Surface Methodology guna menentukan titik optimum kondisi reaksi, berat, dan suhu yang tepat digunakan untuk aplikasi limbah setelah treatment.
2. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengkondisian limbah cair tekstil dalam pH netral.
3. Sebaiknya digunakan massa fotokatalis yang lebih besar dengan penyinaran UV yang relatif lama, serta mengkondisikan limbah cair tekstil dalam keadaan pH netral guna menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand, Fenol, TSS, dan BOD hingga memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tekstil pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 6 Tahun 2019 .

DAFTAR PUSTAKA

- Basset J. dan Mendham. (1994). *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Almu'minin AS. (2015). *Sintesis Dan Karakterisasi Film Lapis Tipis TiO₂ Sebagai Pendegradasi Pewarna Tekstil Procion Red MX-8B*. Jember: Universitas Jember.
- Ashari SH. (2018). *Pengaruh Konsentrasi TiO₂-N, Rasio Fotokatalis, dan Lama Penyinaran Terhadap Aktivitas Fotokatalis TiO₂N-Zeolit/Alginat dalam Mendegradasi Limbah Cair Industri Tempe Menggunakan Sinar UV*. Malang: Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.
- Ayu ID. (2015). *Sintesis Nano TiO₂ Menggunakan Metode Sol-Gel Dengan Penambahan PEG Sebagai Antimikroba*. Semarang: Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang.
- Basset J & Mendham. (1994). *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Budiarsa W.S. (2015). *Pencemaran Air Dan Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Universitas Udayana .
- Clemens Burda, Yongbing Lou, Xiaobo Chen, Anna C.S. Samia, John Stout, James L. Gole. (2003). Enhanced Nitrogen Doping in TiO₂. *Journal of Nano Letter*, 3 (8), 1049-1051.
- Dewik S, I Nengah S, Oka R. (2020). Fotodegradasi Zat Warna Limbah Cair Industri Pencelupan Dengan Katalis Zeolit Alam/TiO₂ Dan Sinar UV. *Indonesia E-Journal of Applied Chemistry*, 1(8), 16-25.
- Diebold U., B. M. (2005). Gas-Phase-Dependent Properties of SnO₂(110), (100), and (101) Single Crystal Surfaces: Structure, Composition, and Electronic Properties. *Phys. Rev. B. Journal of Physic.Rev.B*, 7, 1-20.
- Fatimah, Karna W. (2005). *Sintesis TiO₂-Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi Fotodegradasi*. Yogyakarta: FMIPA, UII.
- Firmansyah, M. M. (2015). Aplikasi Fotokatalis TiO₂-Zeolit Untuk Menurunkan Intensitas Zat Warna Tartrazin Secara Fotokatalitik. *Journal of Natural Science*, 4(1), 10-16.
- Gerardi MH. (2002). *Nitrification and Denitrification in the Activated Sludge Process*. Canada: Wiley-Interscience.

- Gunlazuardi. (2001). Fotokatalisis pada Permukaan TiO₂: Aspek Fundamental dan Aplikasinya. *Seminar Nasional Kimia Fisik II*. Jakarta.
- Khopkar S.M. (2008). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Liu, X., Yang, J., IU, I., Wang, X. (2000). An Improvement on Sol-Gel Method for Preparing Ultrafine and Crystallized Titania Powder. *Journal of Science*, 289.
- Macias, M.E., Ahumada, M.C., Bru, E., Colloca, M.E., Lopez, M.E. (2003). Evaluation and Comparison of Lactobacilli Characteristics in the Mouths of Patient with or without Cavities. *Journal of Oral Science*, 45, 1-9.
- Miyake M, Takayuki M. Shunsuke N, Yoshikazau K. (2015). Water Treatment Efficacy of Various Metal Oxide Semiconductors for Photocatalytic Ozonation Under UV and Visible Light Irradiation. *Journal of Chemical Engineering*, 264, 221-229.
- Mulya, M., Suharman,. (1995). *Analisis Instrumen*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nascimento. W.C.A & Martins, M.L.L. (2006). Studies on Stability of Protease from Bacillus sp and its Compability With Commercial Detergent. *Microbiol*, 37, 307-311.
- Notoatmojo, Soekidjo. (2003). *Pengembangan Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nurillahi, Rico, Halimah. (2020). Pengolahan Limbah Batik Cair Menggunakan Fotokatalis TiO₂-Abu Vulkanik Desa Wukirsari. *Jurnal Teknik Kimia*, 11-19.
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permatasari, S.O., Warhani S., Darjito. (2015). Studi Pengaruh Penambahan H₂O₂ Terhadap Degradasi Methyl Orange Menggunakan Fotokatalis TiO₂-N. *Kimia Student Journal*, 661-667.
- Prima PB. (2012). *Menerapkan Dasar Pengolahan Dan Pengawetan Bahan Hasil Pertanian*. Jakarta: Kriya Pustaka.
- Pungor. (1995). A Practical Guide to Instrumental Analysis. *CRC Press LLC*.
- Riyani K, Setyaningsih T. (2012). Fotodegradasi Sianida Dalam Limbah Cair Tapioka. *Jurnal Molekul*, 49-57.
- Robinson, G. Mc & Marchant. (2001). Remediation of Dyes in Textile Effluent : A Critical Review on Current Treatment Technologies with A Proposed Alternatif. *Journal Bioresource Technologies*, 247-255.

- Rusma PA, Ali M. (2014). Degradasi Sianida Dengan Pengolahan Fotokatalis TiO₂-Zeolit Pada Limbah Tapioka. *Journal Environment Technology*, 54-58.
- Sankari, G. (2010). Analysis of Serum Immunoglobulins Using Fourier Transform InfraRed Spectral Measurements. *Biology and Medicine*, 43-49.
- Saravanan R, Brindha P, Ramalingam S. (2014). A Review On The Role of Phytoconstituents in Breast Cancer Cells. *International Journal of Pharmtech Research*, 799-808.
- Setiawan D. (2015). *Analisa Hidrolik Sistem Lifter Pada Farm Tractor Foton FT 824*. Solo: Universitas Muhammdiyah Surakarta.
- Smallman RE. (199). *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga.
- Su, G., Liu, H., Yu, Y., Cao, L. (2004). Preparation of ZnO/Cu₂O Compound Photocatalyst and Application in Treating Organic Dyes. *Journal of Hazardous Materials*, 807-813.
- Sucahya TM, Permatasari N, Nandiyanto ABD. (2016). Fotokatalis Untuk Pengolahan Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 1-15.
- Torrent, Jose, Baron. (2008). Diffuse Reflectance Spectroscopy Soil Science Society of America. *Science Society*, 367-385.
- Tso. (1972). *Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants*. Dowden: Hutchinson & Ross Inc.
- Uyun, Kurratal. (2012). *Studi Pengaruh Potensial, Waktu Kontak, Dan pH Terhadap Metode Elektrokuagulasi Limbah Cair Restoran Menggunakan Elektroda Fe Dengan Susunan Monopolar Dan Dipolar*. Lampung: Universitas Lampung.
- Wardhana AW. (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wijaya, K. (2010). *Nanomaterial Berlapis Dan Berpori: Sintesis, Karakterisasi Dan Peranannya Sebagai Material Multi Fungsi*. . Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.