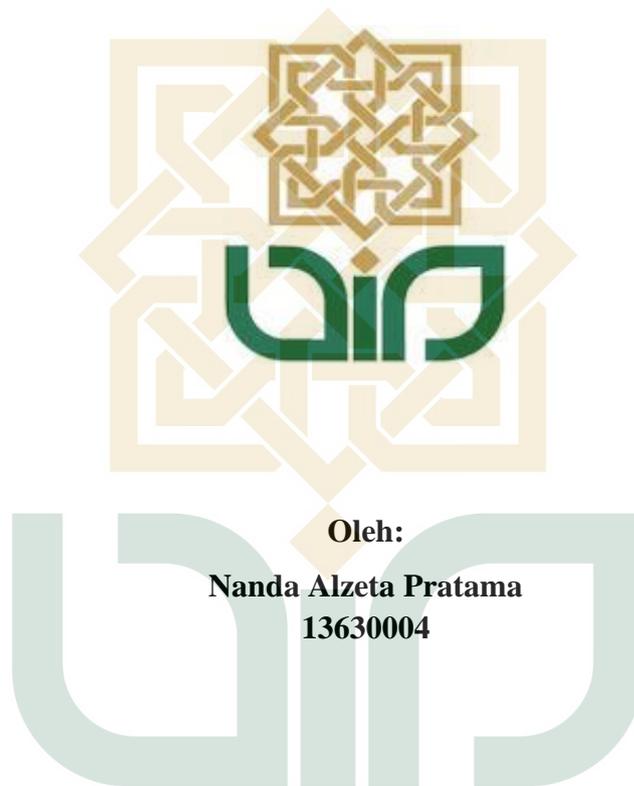


**FOTODEGRADASI *METHYLENE BLUE* MENGGUNAKAN KOMPOSIT  
TIO<sub>2</sub>-ZEOLIT DENGAN PERLAKUAN AERASI**

**Skripsi  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Oleh:**

**Nanda Alzeta Pratama  
13630004**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2018**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.1153/Un.02/DST/PP.05.3/08/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Fotodegradasi *Methylene Blue* Menggunakan Komposit  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Nanda Alzeta Pratama  
NIM : 13630004  
Telah dimunaqasyahkan pada : 8 Agustus 2018  
Nilai Munaqasyah : A/B  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Pedy Artsanti, M.Sc.

Penguji I

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.  
NIP. 19750725 200003 2 001

Penguji II

Khamidinal, M.Si.  
NIP. 19691104 200003 1 002

Yogyakarta, 20 Agustus 2018

UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Murtoto, M.Si.  
NIP. 19691212 200003 1 001



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

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 : NANDA ALZETA PRATAMA  
NIM : 13630004  
Judul Skripsi : **Fotodegradasi Methylene Blue Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Titanium Dioksida Dengan Penambahan Aerasi**

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 bidang kimia.

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 23 juli 2018

Pembimbing

PETY ARTSANTI, S.SI, M.Sc.

NIP. 19720306 000000 2 301



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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

Nama : Nanda Alzeta Pratama

NIM : 13630004

Judul Skripsi : Fotodegradasi *Methylene Blue* Menggunakan Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan Perlakuan Aerasi

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 terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 21 Agustus 2018

Konsultan,

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.

NIP. 19750725 200003 2 001



## NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

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

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

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

Nama : Nanda Alzeta Pratama  
NIM : 13630004  
Judul Skripsi : Fotodegradasi *Methylene Blue* Menggunakan Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan Perlakuan Aerasi

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 terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Yogyakarta, 21 Agustus 2018

Konsultan,

Khamidinal, S.Si., M.Si.

NIP. 19691104 200003 1 002

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nanda Alzeta Pratama

NIM : 13630004

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **Fotodegradasi Methylene Blue Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Titanium Dioksida Dengan Penambahan Aerasi** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 31 Juli 2018



Nanda Alzeta Pratama

NIM.: 13630004

MOTTO

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”**

*~Surat Al-Baqarah ayat 286~*

***“Life is like riding a bicycle. To keep your balance, you must  
KEEP MOVING”***

*~Albert Einstein~*

**“Jalani hidup dengan ambisius, optimis dan ketenangan”**

*~Nanda Alzeta Pratama~*





Karya ini kami dedikasikan  
Untuk almamater  
Kimia UIN Sunan Kalijaga

## KATA PENGANTAR

Sega puji bagi Allah yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul **“FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE MENGGUNAKAN KOMPOSIT TiO<sub>2</sub>-ZEOLIT DENGAN PENAMBAHAN AERASI”** ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc., Selaku Dosen Pembimbing yang sangat tekun dan sabar meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi sehingga skripsi ini tersusun.
4. Irwan Nugraha, S.Si., M. Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi dan memberikan nasehat dalam setiap pembelajaran di Universitas UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membagi ilmunya.
6. Bapak Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., dan Ibu Isni Gustanti, S.Si., selaku laboran Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan dorongan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
7. Ibu, bapak, adik-adik dan seluruh keluarga penyusun yang tak pernah lupa mendoakan serta memberikan dorongan baik moril maupun material yang tidak ternilai harganya.
8. Sholehatiningsih yang membantu dalam segi moril dan semangat dari awal hingga tahap terakhir dalam tugas akhir.

9. Rekan-rekan bisnis yang telah memberikan pengertian kepada penyusun dalam membagi waktu dalam kerja dan kuliah.
10. Teman-teman kimia 2013 yang sudah memberikan dukungan, semangat, saran dan bantuannya kepada penyusun.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal baik baik dan segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun mendapatkan balasan yang sesuai dari Allah SWT. Akhir kata penyusun mohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan. Mudah-mudahan skripsi ini berguna dan bermanfaat bagi penyusun dan pembaca sekalian.

Yogyakarta, 31 juli 2018  
Penyusun

Nanda Alzeta Pratama  
NIM. 13630004



## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN SKRIPSI/ TUGAS AHKIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/ TUGAS AHKIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN NOTA DINAS KONSULTAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Landasan Teori .....	8

1. Fotokatalis .....	8
2. Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) .....	10
3. Zat Warna <i>Methylene Blue</i> .....	12
4. Zeolit .....	13
5. Komposit.....	17
6. Aerasi .....	18
7. Spektrofotometer XRD ( <i>X-Ray Diffractometer</i> ) .....	19
8. Spektrofotometer FTIR ( <i>Fourier Transform InfraRed</i> ) .....	20
9. Spektrofotometer UV-Vis .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
B. Alat-alat Penelitian .....	24
1. Alat – alat penelitian .....	24
2. Bahan – bahan penelitian .....	24
C. Cara Kerja Penelitian .....	24
1. Preparasi Zeolit Alam .....	24
2. Aktivasi Zeolit Alam .....	25
3. Uji Luas Permukaan .....	25
4. Sintesis Komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	26
5. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Variasi waktu .....	26
6. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Variasi Masa .....	27
7. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Konsentrasi Tinggi .....	28
8. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Penambahan Aerasi .....	28

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
A. Modifikasi Material .....	29
1. Preparasi Zeolit Alam .....	29
2. Aktivasi Zeolit Alam .....	29
3. Sintesis Komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	30
4. Karakterisasi Material .....	31
a. Hasil analisis <i>X-Ray Diffractometer</i> .....	31
b. Hasil analisis <i>Fourier Fluorescent Analyzer</i> .....	34
c. Hasil penentuan Luas Permukaan .....	37
B. Kajian Fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> pada berbagai Variasi .....	39
1. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Variasi Waktu Kontak .....	40
2. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Variasi Massa .....	44
3. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> pada Konsentrasi Tinggi .....	49
4. Fotodegradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> dengan penambahan O <sub>2</sub> .....	50
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
A. Kesimpulan .....	54
B. Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema fotoeksitasi pada permukaan semi konduktor .....	8
Gambar 2.2 Mekanisme perpindahan elektron dengan pengaruh cahaya pada TiO <sub>2</sub> .....	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Molekul <i>Methylene Blue</i> .....	12
Gambar 2.4 Struktur Kerangka Zeolit .....	14
Gambar 2.5 Struktur Kristal dari Klinoptilolit .....	15
Gambar 2.6 Struktur Kristal dari Mordenit .....	15
Gambar 2.7 Skema refleksi Bragg pada bidang atom .....	20
Gambar 2.8 Skema Alat Spektroskopi FT-IR .....	21
Gambar 4.1 Difraktogram (a) ZA , (b) ZH dan (c) komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	31
Gambar 4.2 Difraktogram (a) TiO <sub>2</sub> <i>Degussa</i> dan (b) komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	33
Gambar 4.3 Spektra FT-IR (a) zeolit alam dan (b) zeolit aktivasi .....	34
Gambar 4.4 Spektra FT-IR (a) zeolit aktivasi dan (b) komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	37
Gambar 4.5 Grafik titik jenuh zeolit alam (ZA) .....	38
Gambar 4.6 Grafik titik jenuh zeolit aktivasi (ZH) .....	39
Gambar 4.7 Kurva hubungan waku kontak terhadap persentase penguranga larutan <i>Methylene Blue</i> .....	42
Gambar 4.8 Spektra absorbansi UV-Vis larutan <i>Methylene Blue</i> pada waktu optimum .....	43
Gambar 4.9 Kurva hubungan antara massa fotokatalis dan persentase pengurangan larutan <i>Methylene Blue</i> .....	45

Gambar 4.10 Spektra absorbansi UV-Vis larutan *Methylene Blue* pda massa optimum .....47

Gambar 4.11 Diagram Hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi pengurangan larutan *Methylene Blue* .....49

Gambar 4.12 Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit (a) zeolit alam dengan penyinaran UV (b) komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan penyinaran UV .....52



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Serapan gugus fungsional dari zeolit alam dan zeolit aktivasi .....	35
Tabel 4.2 Tabel luas permukaan zeolit alam dan zeolit aktivasi .....	38
Tabel 4.3 Pengaruh aerasi terhadap fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> .....	51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Karakterisasi XRD Pada Zeolit Alam .....	59
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi XRD Pada Zeolit Teraktivasi .....	60
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD pada TiO <sub>2</sub> -zeolit .....	61
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD pada TiO <sub>2</sub> .....	62
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi FT-IR Pada Zeolit Alam .....	63
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi FT-IR Pada Zeolit Teraktivasi .....	64
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi FT-IR Pada TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	65
Lampiran 8. Data JCPDS Mordenit .....	66
Lampiran 9. Data JCPDS Klinoptilolit .....	67
Lampiran 10. Data JCPDS TiO <sub>2</sub> ( <i>anatase</i> ) .....	68
Lampiran 11. Data JCPDS TiO <sub>2</sub> ( <i>rutile</i> ) .....	69
Lampiran 12. Perhitungan Luas Permukaan .....	70
Lampiran 13. Spektra Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i> .....	72
Lampiran 14. Hasil Pembuatan Kurva Standar Larutan <i>Methylene Blue</i> .....	73
Lampiran 15. Fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> menggunakan komposit zeolit- TiO <sub>2</sub> variasi waktu .....	74
Lampiran 16. Fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> menggunakan komposit TiO <sub>2</sub> - zeolit variasi massa .....	76
Lampiran 17. Fotodegradasi <i>Methylene Blue</i> menggunakan komposit TiO <sub>2</sub> - zeolit dengan penambahan aerasi .....	78

## ABSTRAK

### FOTODEGRADASI *METHYLENE BLUE* MENGGUNAKAN KOMPOSIT TiO<sub>2</sub>-ZEOLIT DENGAN PERLAKUAN AERASI

Oleh:

Nanda Alzeta Pratama

13630004

Pembimbing

Pedy Artsanti, M.Si

---

Telah dilakukan penelitian tentang fotodegradasi *methylene blue* menggunakan komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan perlakuan aerasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit, mengetahui aktivitas komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit terhadap fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan, variasi waktu dan massa, mengetahui pengaruh perlakuan aerasi dengan oksigen terhadap aktivitas komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dalam fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan variasi waktu.

Zeolit alam diaktivasi menggunakan asam klorida (HCl) sebagai pengemban TiO<sub>2</sub> pada sintesis teraktivasi menggunakan pelarut etanol. Pengujian material meliputi karakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared (FT-IR)*, dan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Fotodegradasi terhadap larutan *Methylene Blue* dilakukan pada berbagai variasi yang meliputi waktu kontak dan massa komposit serta dioptimalkan dengan aerasi sebelum penambahan komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit pada larutan *Methylene Blue*.

Karakterisasi dari komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit terlihat pada hasil karakteristik menggunakan XRD menunjukkan adanya puncak spektra milik anatase pada komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit. Karakterisasi dengan FTIR munculnya serapan baru pada bilangan gelombang 678,94 cm<sup>-1</sup>, yang merupakan serapan dari TiO<sub>2</sub>. Waktu penyinaran UV selama 75 menit dapat mendegradasi larutan *Methylene Blue* 40 ppm sebanyak 91,10%. Massa komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit sebanyak 40 mg mampu mendegradasi larutan *Methylene Blue* 40 ppm sebanyak 95,76%. Perlakuan aerasi dengan menggunakan oksigen murni berpengaruh dalam meningkatkan fotodegradasi *Methylene Blue* 70 ppm sebanyak 94,18% selama waktu aerasi 30 menit.

**Kata Kunci:** Fotodegradasi, *Methylene Blue*, Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit, Aerasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Seiring dengan peningkatan populasi penduduk, industri tekstil di Indonesia terus berkembang. Pesatnya perkembangan industri tekstil ini memberikan dampak positif dengan meningkatnya lapangan pekerjaan. Selain memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, perkembangan industri tekstil juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini dikarenakan dalam produksi tekstil selalu menghasilkan limbah. Limbah industri tekstil memiliki kandungan zat warna yang tinggi. Selain itu juga mengandung bahan-bahan sintetik yang tidak mudah diuraikan. Apabila limbah langsung dibuang ke perairan tanpa diproses terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran lingkungan, baik pencemaran air tanah maupun air permukaan.

Zat warna pada industri tekstil merupakan senyawa organik yang bersifat *non-biodegradable*, beracun (Manurung dkk., 2004). Zat warna reaktif merupakan zat warna yang banyak digunakan untuk pewarnaan produk tekstil. Zat warna *Methylene Blue* merupakan zat warna dasar yang sering digunakan dalam industri tekstil, akan tetapi bagi lingkungan ini akan menjadi dampak buruk bagi ekosistem perairan (Hamdaoui dkk., 2006).

Berbagai metode yang sudah banyak dilakukan dan memberikan hasil yang cukup efektif adalah metode adsorpsi, biodegradasi, klorinasi dan ozonisasi. Akan tetapi metode-metode tersebut memerlukan biaya operasional yang cukup besar sehingga kurang efektif untuk diterapkan di Indonesia. Metode lain yang banyak

digunakan adalah koagulasi kombinasi, oksidasi, elektrokimia, osmosis dan adsorpsi. Namun metode-metode tersebut memiliki kelemahan, yaitu pada dasarnya hanya berperan mentransfer polutan dari air limbah ke media lainnya sehingga menyebabkan permasalahan baru (Wijaya dkk., 2006).

Fujisima dkk (1972) dalam Mulia Dharma (2012), fotodegradasi menggunakan fotokatalis muncul sebagai salah satu teknologi pengolahan limbah. Fotokatalis merupakan suatu proses kimia yang melibatkan cahaya dan katalis.  $\text{TiO}_2$  yang dapat berfungsi sebagai semikonduktor sering digunakan sebagai fotokatalis dikarenakan mudah didapatkan dan relatif aman bagi lingkungan. Sehingga semikonduktor ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah industri.

Namun, tingginya aktivitas fotokatalis  $\text{TiO}_2$  tampaknya tidak diimbangi oleh kemampuan dalam mengadsorpsi senyawa target, sehingga proses degradasi fotokatalitik tidak berjalan dengan baik karena peluang kontak  $\text{TiO}_2$  dengan polutan kurang maksimal. Menurut Fatimah dkk (2005), aktivitas fotokatalis (fotoaktivitas)  $\text{TiO}_2$  dapat ditingkatkan melalui pengembanan pada material pendukung, salah satunya yang dapat digunakan adalah zeolit alam yang teraktivasi asam. Zeolit merupakan senyawa alumina dan silika ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ ) yang memiliki pori serta luas permukaan yang relatif besar. Kegunaan zeolit didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion, adsorpsi, serta kemampuannya dalam menghilangkan senyawa-senyawa organik seperti zat warna. Kelimpahan sumber daya zeolit belum sebanding dengan pemanfaatannya yang masih sangat sedikit. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemanfaatan sumber daya alam yang dimiliki oleh bangsa ini khususnya zeolite (Sutarti dkk (1994) di dalam Agusriyanti (2012)).

Aerasi merupakan salah satu cara untuk menambahkan oksigen kedalam air sehingga oksigen terlarut didalam air akan semakin meningkat. Secara teori penggunaan oksigen murni dengan aerasi akan membantu dalam proses fotodegradasi senyawa organik. Berdasarkan mekanisme fotokatalis dari  $\text{TiO}_2$ , ketika komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit dikenai sinar UV maka elektron pada permukaan semikonduktor akan mengalami eksitasi. Elektron pada permukaan semikonduktor akan terjebak dalam hidroksida dan bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  atau  $\text{O}_2$  yang terdapat didalam larutan membentuk radikal hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ) dan superoksida ( $\cdot\text{O}_2$ ) yang akan mengoksidasi senyawa organik (Fatimah, 2006).

Pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan zeolit alam teraktivasi HCl, yang berasal dari Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. Zeolit alam tersebut digunakan sebagai pengemban fotokatalis  $\text{TiO}_2$  sehingga dapat meningkatkan efektivitas  $\text{TiO}_2$  dan daya guna zeolit alam sebagai adsorben. Selanjutnya komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit tersebut digunakan untuk fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* yang dianggap mewakili salah satu zat warna yang digunakan dalam industri tekstil. Proses fotodegradasi dilakukan dengan berbagai macam variasi untuk memperoleh hasil yang paling optimum seperti waktu penyinaran, massa fotokatalis dan dioptimalkan dengan perlakuan berupa aerasi yaitu dengan mengalirkan oksigen murni kedalam air limbah secara difusi. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas fotodegradasi secara signifikan.

## **B. Batasan Masalah**

Beberapa batasan masalah yang diambil dari banyaknya ruang lingkup yang ada dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bahan fotokatalis yang digunakan adalah  $\text{TiO}_2$  P.a.
2. Zat warna yang digunakan adalah larutan zat warna *Methylene Blue*
3. Zeolit yang digunakan adalah zeolit alam yang berasal dari Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta

## **C. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diambil sebagai berikut:

1. Bagaimanakah karakteristik komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit yang meliputi uji XRD dan FT-IR?
2. Bagaimana efektivitas komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit terhadap fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan variasi waktu kontak dan massa komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit?
3. Bagaimakah pengaruh perlakuan aerasi dengan oksigen terhadap efektivitas komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit dalam fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan variasi waktu kontak dengan oksigen?

## **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit yang meliputi uji XRD dan FT-IR.
2. Mengetahui aktivitas komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit terhadap fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan, variasi waktu kontak dan massa komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit.

3. Mengetahui pengaruh perlakuan aerasi dengan oksigen terhadap aktivitas komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dalam fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* dengan variasi waktu kontak dengan oksigen.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diantaranya:

1. Memberikan masukan atau informasi mengenai salah satu cara pembuatan komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit guna meningkatkan aktivitas degradasi fotokataliknya.
2. Memberikan alternatif baru dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan terutama polutan zat warna.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

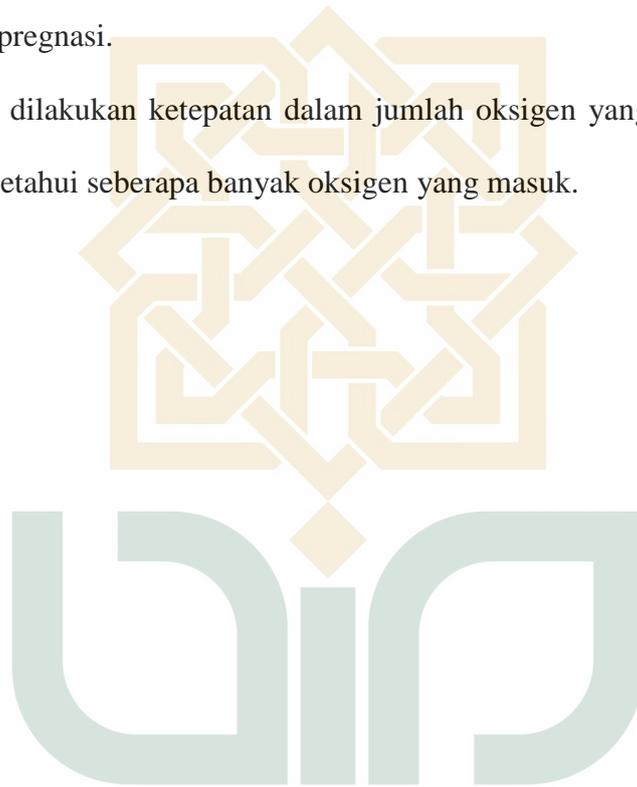
Berdasarkan hasil penelitian dan informasi yang diperoleh dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil karakterisasi menggunakan XRD, FT-IR, dan Uji Luas permukaan menggunakan metode santamarina menunjukkan bahwa pada hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa jenis mineral yang digunakan pada material zeolit yaitu mordenit dan klinoptilolit. Pada FT-IR menunjukkan keberhasilan pengembanan  $\text{TiO}_2$  pada zeolit dengan ditandai dengan munculnya puncak dan gugus fungsi baru pada komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit. Pada uji luas permukaan menggunakan metode penyerapan *Methylene Blue* diperoleh luas permukaan zeolit alam wonosari sebesar  $69,8020 \text{ m}^2/\text{g}$  sedangkan pada zeolit alam teraktivasi sebesar  $71,5642 \text{ m}^2/\text{g}$ .
2. Waktu penyinaran UV selama 75 menit mampu mendegradasi larutan *Methylene Blue* 40 ppm sebanyak 91,10%, sedangkan massa komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit sebanyak 40 mg mampu mendegradasi larutan *Methylene blue* 40 ppm sebesar 95,76%.
3. Aerasi secara difusi menggunakan oksigen murni selama 30 menit menggunakan komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit 40 mg dapat meningkatkan degradasi larutan *Methylene Blue* pada konsentrasi tinggi sebesar 94,18%

## B. Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai keterbatasan, maka untuk pengembangan lebih lanjut disarankan untuk kelanjutan penelitian berikut

1. Perlu dilakukan analisis menggunakan GC/MS ataupun HPLC untuk mengetahui produk hasil penguraian senyawa zat warna *Methylene Blue*.
2. Perlu dilakukan analisis XRF agar mengetahui jumlah TiO<sub>2</sub> yang terimpregnasi.
3. Perlu dilakukan ketepatan dalam jumlah oksigen yang terdifusi agar kita mengetahui seberapa banyak oksigen yang masuk.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agusriyanti, S., 2014. *Pemanfaatan Zeolit Alam Ciamis Sebagai Pengembangan Fotokatalis  $TiO_2$  untuk Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B*. Jurnal Sains Dasar 2015 4 (1). 92-99
- Arryanti, Y., Suwardi, Husaini, Affandi, T., Amini, S., Jabri, M.A., Siagian, P., Setyorini, D., Rahman, A., dan Pujiastuti, Y., 2012, *Zeolit dan Alam Masa Depan Bangsa: Roadmap Revitalisasi Peranan Zeolit Alam dalam Ketahanan Pangan dan Kedaulatan Bangsa*, Yogyakarta: Imperium
- Ardiani, P. 2010. *Efektifitas Katalis  $TiO_2$  dengan Penambahan  $Mg(OH)2.5H_2O$  pada Fotodegradasi Zat Warna Rhodamine B*. Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Callister Jr, William D, 2009, *Materials Science And Engineering An Introduction*, 8th Edition, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, Hoboken
- Chamidah, T.A., Pedy, A. 2016. *Peningkatan Efektivitas Fotodegradasi Congo Red Menggunakan  $TiO_2$ -Zeolit Dengan Aerasi Sederhana*. Prosiding Seminar Nasional Kimia. Yogyakarta: UNY. 2016
- Cotton, F. A., Wilkinson, G., Murillo, C. A., and Brohmann, M. 1999. *Advanced Inorganic Chemistry*, 6<sup>th</sup> ed. John Willey and Sons Inc., Van Couver
- Dyer, A., 1988, *Intruduction to Zeolit Molecular Sieves*, Jhon Willey and Sons, Chichester.
- Endang Palupi. (2006). *Degradasi Methylene Blue dengan Metode Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film  $TiO_2$* . Skripsi. Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Ertan, A., dan Ozkan, 2005,  *$CO_2$  and  $N_2$  Adsorption on the Acid ( $HCl$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  and  $H_3PO_4$ ) Treated Zeolit*. *Adsorption*, Vol 11, 151-156
- Fatimah, I., Sugiharto, E., Wijaya, K., Tahir, I., Kamalia., 2005. *Titan Dioksida Terdispersi Pada Zeolit Alam ( $TiO_2$ /Zeolit) Dan Aplikasinya Untuk Fotodegradasi Congo Red*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Fatimah, I., Wijaya, K., 2005, *Sintesis  $TiO_2$ /Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi*. Jurusan kimia FMIPA UII, Yogyakarta
- Fessenden. R.J. and Fessenden J.S. 1982. *Kimia Organik*. Erlangga. Jakarta

- Florian, N., 2009. *Study of Inorganic Transparent Material With Near-Infrared Absorbing Properties*. Faculty of Engineering, Science and Mathematics School of Chemistry, University of Southampton
- Fujisima, A.K.; Honda, K. *Electrochemical Photolysis of water at a Semiconductor Electrode*, Nature, 1972, 238.
- Guisnet, M., and Gilson, JP., 2002, *Zeolites For Cleaner Technologies*, Catalytic Science Series-vol 3, London: Imperial College Press
- Hamdaoui, O. and Chiha, M., 2006, *Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran*, Acta Chim. 54 : 407–418.
- Hamdan, H., 1992, *Introduction to Zeolites, Synthesis, Characterization and Modification*, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur
- Hayati, E. K. 2007. *Bahan Ajar Dasar- Dasar Analisis Spektroskopi*. UNM. Malang
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Lestari, Y. D., 2010, *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*, Prosiding, Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia UNY
- Lestari, Y. D., 2015, *Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis TiO<sub>2</sub>-N/Zeolit Dengan Sinar Matahari*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
- Linsebigler, A. L., Lu, G., Yates Jr, J. T., 1995, *Photocatalysis on TiO<sub>2</sub> Surface: Principles, Mechanism, and Selected Result*, Chem. Rev, 95, 735-758.
- Manley., Holmes., 1989. *Mineral With Natural Advantage*, New Sel 39-43.
- Manurung, R., Hasibuan, R., dan Irvan., 2004. *Perombakan zat warna Azo reaktif secara Anaerob-aerob*, e-Repository USU.
- McWhirter, J. R.; Hutter, J. C. 1989. *Improved Oxygen Mass Transfer Modeling for Diffused/Subsurface Aeration Systems*. AIChE J., 35, 1527
- Mondestov, A., Blezer, V., Marjasin, I., and Lev, O., 1997, *Photocatalytic degradation of Chlorinated Phenoxyacetic Acids by A New Bouyant Titania-Exfoliated Graphite Composite Photocatalyst*, J. Phys. Chem B., 101, 4623-4629.
- Moore, E., dan Smart, L., 1996, *Solid State Chemistry*, 2<sup>nd</sup> ed., Department of Chemistry, The Open University, UK.
- Mueller. J. A., Boyle. W. C., Popel. J. H. 2002. *Aeration: Principles and Practice*. CRC Press LCC. USA

- Riberio, F.R., A.E. Rodrigues, L.D. Rollman dan C. Naccache., 1984, *Zeolit: Science and Technology*, Nederland: Martinus Nijhoff.
- Santamarina, J. C., Klein, K. A., Wang, Y. H., and Prencke, E. 2002. *Specific Surface Determination and Relevance*. Can. Geotech. J. 39: 233-241.
- Sastrohamidjojo. 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta : Liberty.
- Setiadji, B., 1998, *Profil Bidang Usaha Zeolit Aktif*, BKPM Propinsi DIY, Yogyakarta.
- Setyawan P.H.D., 2002, *Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*, Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 3 No.2, Juli 2002.
- Sutarti, M., dan Rahmawati, M., 1994, *Zeolit: tinjauan literatur*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI.
- Utubira, Y., Wijaya, K., Triyono., Sugiharto, E., 2006 *Preparation And Characterization Of TiO<sub>2</sub>-Zeolite And Application To Degrade Textille Wastewater By Photocatalytic Method*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Vlack, Lawrence. H. V. 2004. *Elemen- elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta
- West, A. R., 1984. *Solid State Chemistry and Its Application*. John Willey and Sons, ltd. New York
- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono, S., dan Kurniyasih, D., 2006, *utilisasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit dan sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red*, Berkala. Yogyakarta: MIPA UGM
- Winarno, E., K. 1998. *Pengurangan Warna Dan Penguraian Zat Warna Direct Black22 Dalam Air Dengan Iradiasi Gamma Dan Aerasi*. BATAN. Jakarta