

**UJI FOTODEGRADASI TiO<sub>2</sub>-ZEOLIT TERHADAP METILEN BIRU  
DAN SENYAWA ORGANIK LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan**

**Mencapai derajat Strata-1**

**Program Studi Kimia**



**Oleh:**

**Deci Siti Nurhalimah  
10630047**

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

**2017**



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Surat Persetujuan 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 : Deci Siti Nurhalimah

NIM : 10630047

Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

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.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 12 Juni 2016

Pembimbing

Pedy Artsanti, M.Sc.



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

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 konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Deci Siti Nurhalimah

NIM : 10630047

Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

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.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 13 Februari 2017

Konsultan

Dr. Maya Rahmayanti, M.Si

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi

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 konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Deci Siti Nurhalimah

NIM : 10630047

Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

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.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 13 Februari 2017

Konsultan



Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deci Siti Nurhalimah  
NIM : 10630047  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau telah ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi perguruan lain, kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan. Apabila terbukti ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 13 Februari 2017

Yang Menyatakan



Deci Siti Nurhalimah

NIM: 10630047



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : B.486/Un.02/DST/PP.05.3/02/2017

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Uji Fotodegradasi  $\text{TiO}_2$ -Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Deci Siti Nurhalimah

NIM : 10630047

Telah dimunaqasyahkan pada : 1 Februari 2017

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. Maya Rahmayanti, M.Si.  
NIP. 19810627 200604 2 003

Penguji II

Didik Krisdiyanto, M.Sc.  
NIP. 19811111 201101 1 007

Yogyakarta, 13 Februari 2017  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



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

## MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah sungguh-sungguh (urusan) yang lain, Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Q.S. Al-Insyrah : 6 – 8)

*“Be Positif, Always Work Hard and Never Give Up”*

(Lutfi Khairul Ahmad)

Kita tidak akan pernah bisa membuat orang lain puas dengan apa yang kita lakukan, Kita hanya bisa berusaha sebaik dan semaksimal mungkin, Dan buatlah diri kita puas dengan usaha itu, Bukan hanya puas dengan hasil yang akan kita dapatkan

(Deci Siti Nurhalimah)

“Hidup ini penuh kejutan,  
Perjalanan hidup masih terlalu panjang,  
Dan Kita akan selalu memulai,  
Sebab, akhir adalah kuasa Tuhan....”

(Maliyanasari)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada

Kedua orang tua, Kakak, Adik dan keluarga saya

Yang saya cintai dan selalu saya rindukan

Yang selalu ikhlas dan sabar mendukung setiap langkah saya

Yang selalu memberikan do'a, saran dan kritik membangun terhadap saya

Karya ini juga saya dedikasikan untuk Almamater saya

Progam Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya dan segala nikmat yang dilimpahkan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan dan teladan kita, Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya. Skripsi yang berjudul “*Uji Fotodegradasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu*” merupakan salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Selama penelitian dan penulisan skripsi, penyusun mendapat banyak bantuan berupa materi, motivasi, ide-ide kreatif serta bimbingan dari beberapa pihak. Tanpa adanya bantuan tersebut sangatlah sulit bagi penyusun untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Dr. Susy Yunita Prabawati M. Sc. selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Pedy Artsanti M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran serta kesabaran untuk mengarahkan penyusun dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Dr. Maya Rahmayanti M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah mngarahkan dan memotivasi selama masa studi.

5. Imelda Fajriyanti M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ijin penelitian baik pada jam kerja maupun di luar jam kerja
6. A. Wijayanto S.Si., Indra Nafiyanto S.Si., dan Isni Gustanti S.Si., selaku PLP Laboratorium Kimia yang melayani dan mengurus administrasi penyusun dengan sabar.
7. Hargono selaku pemilik *Home Industry* Tahu di wilayah Serangan yang telah berkenan menyediakan ruang untuk sampling limbah cair tahu.
8. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu dan memudahkan sehingga penelitian berjalan dengan lancar.
9. Kedua orang tua penyusun, Ranci Nurnalawati dan Ade Suparman yang telah memberikan dukungan moril, materil, do'a serta kesabaran dalam membantu memecahkan setiap masalah yang dihadapi penyusun selama masa studi.
10. Kakak tercinta Malianasari S.kom. yang juga telah memberikan dukungan moril hingga materil selama masa studi dan memotivasi penyusun untuk bisa mencapai mimpi di masa depan.
11. Adik-adik tersayang Rafansyah, Sasha, Tiara, Rendi, Cantika serta seluruh keluarga besar yang selalu penyusun ridukan di perantauan dan selalu memberikan do'a agar penyusun diberikan kelancaran.
12. Lutfi Khairul Ahmad S.T. sebagai sahabat spesial yang selalu setia menemani, membantu dan memotivasi penyusun untuk tidak pernah menyerah dan selalu berfikiran positif terhadap apapun.
13. Titik Amalia dan Mas Burham sebagai teman seperjuangan penyusun selama penelitian skripsi.

14. Teman-teman penyusun selama di Yogya, Rindhu, Maya, Cici, Sintia, Lukman, Siti, Santi, Nida, Desi, Ismi, Putri, Novi, Yudha, Izza, Sriaini, Ervina, Wulan, Lastri, Ida, Neneng Eli, Ulfa yang selalu ada ketika suka maupun duka.
15. Teman-teman Kimia UIN Sunan Kalijaga angkatan 2010, kakak angkatan 2009 serta adik-adik angkatan 2011 dan 2012 yang telah menjadi teman diskusi dan berbagi ide.
16. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan dorongan dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca umumnya dan bagi penyusun khususnya. Walaupun demikian, penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun.

*Wassallamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 13 Februari 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
ABSTRAK .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Landasan Teori .....	9
1. Fotokatalitik.....	9
2. Zeolit .....	11
a. Zeolit Alam .....	12
b. Zeolit Sintesis .....	13
3. Titanium Dioksida (TiO <sub>2</sub> ) .....	14

4. Zat Warna Metilen Biru .....	17
5. Spektroskopi UV-Vis .....	18
6. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	20
7. <i>Fourier Transform Infrared Spectrophotometer</i> (FT-IR) .....	21
8. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	22
9. Limbah Cair Industri Tahu .....	24
10. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
B. Alat-alat Penelitian .....	27
C. Bahan Penelitian.....	27
D. Cara Kerja Penelitian .....	28
1. Preparasi Zeolit.....	28
2. Aktivasi Zeolit .....	28
3. Sintesis Komposit TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	29
4. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Waktu .....	29
5. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi pH.....	30
6. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Jumlah Komposit TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	30
7. Karakterisasi Limbah Cair Industri Tahu .....	31
8. Uji Fotodegradasi Terhadap Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu .....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
A. Preparasi Zeolit .....	33
B. Aktivasi Zeolit.....	34
C. Karakterisasi Zeolit Alam (ZA) dan Zeolit Aktivasi (ZH) .....	35
1. Karakterisasi Material Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)....	35
2. Karakterisasi Material Menggunakan <i>Fourier Transform             Infrared Spectrophotometer</i> (FT-IR).....	38

3. Karakterisasi Material Menggunakan <i>X-Ray Flourense</i> (XRF).....	41
D. Sintesis Komposit TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	42
E. Karakterisasi Komposit TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	43
1. Karakterisasi Material Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)....	43
2. Karakterisasi Material Menggunakan <i>Fourier Transform Infrared Spectrophotometer</i> (FT-IR).....	45
3. Karakterisasi Material Menggunakan <i>X-Ray Flourense</i> (XRF).....	47
F. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru .....	48
1. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Waktu .....	49
a. Fotodegradasi Metilen Biru Menggunakan Fotokatalis TiO <sub>2</sub> -Zeolit Dengan Radiasi UV.....	53
b. Uji Interaksi Fotokatalis TiO <sub>2</sub> -Zeolit dengan Metilen Biru Tanpa Radiasi UV.....	58
c. Uji Interaksi Zeolit Aktivasi dengan Metilen Biru Disinari UV	60
2. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi pH.....	61
3. Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Massa Fotokatalis TiO <sub>2</sub> -Zeolit.....	63
G. Karakterisasi Limbah Cair Industri Tahu.....	65
H. Uji Fotodegradasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Fotokatalis TiO <sub>2</sub> -Zeolit .....	66
BAB V PENUTUP.....	69
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	72
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil analisis komposisi penyusun utama pada ZA dan ZH menggunakan XRF .....	41
Tabel 4.2	Interpretasi XRD TiO <sub>2</sub> <i>degussa</i> dan komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit	44
Tabel 4.3	Interpretasi FTIR TiO <sub>2</sub> <i>Degussa</i> , zeolit aktivasi dan komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit.....	47
Tabel 4.4	Hasil analisis komposisi penyusun utama pada ZH dan komposit TiO <sub>2</sub> -zeolit.....	48
Tabel 4.5	Kualitas limbah cair industri tahu Serangan, Ngampilan, Yogyakarta.....	65
Tabel 4.6	Hasil analisis pengukuran angka COD limbah cair tahu variasi waktu .....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fotoeksitasi elektron pada semikonduktor .....	10
Gambar 2.2 Struktur dasar zeolit .....	12
Gambar 2.3 Struktur kristal TiO <sub>2</sub> .....	15
Gambar 2.4 Struktur metilen biru dalam bentuk garam klorida.....	18
Gambar 2.5 Ilustrasi berkas radiasi dikenai pada cuplikan .....	19
Gambar 2.6 Prinsip kerja alat XRF.....	23
Gambar 4.1 Difraktogram ZA dan ZH.....	36
Gambar 4.2 Struktur zeolit mordenit dan klinoptilotit.....	37
Gambar 4.3 Spektra FT-IR ZA dan ZH .....	38
Gambar 4.4 Difraktogram ZH dan Komposit Zeolit-TiO <sub>2</sub> .....	43
Gambar 4.5 Spektra FT-IR ZH dan Komposit zeolit-TiO <sub>2</sub> .....	46
Gambar 4.6 Kurva hubungan waktu kontak terhadap persentase degradasi metilen biru.....	50
Gambar 4.7 Spektra absorpsi UV-Vis larutan metilen biru initial ...	52
Gambar 4.8 Spektra absorpsi UV-Vis larutan metilen biru menggunakan fotokatalis zeolit-TiO <sub>2</sub> dengan radiasi UV .....	54
Gambar 4.9 Spektra absorpsi UV-Vis larutan metilen biru menggunakan fotokatalis zeolit-TiO <sub>2</sub> tanpa radiasi UV .....	59
Gambar 4.10 Spektra absorpsi UV-Vis larutan metilen biru menggunakan zeolit aktivasi dengan radiasi UV .....	60
Gambar 4.11 Kurva pH terhadap % degradasi metilen biru.....	62
Gambar 4.12 Kurva massa komposit zeolit-TiO <sub>2</sub> terhadap % degradasi methilen biru .....	63
Gambar 4.13 Spektra absorpsi UV-Vis larutan metilen biru dengan massa fotokatalis zeolit-TiO <sub>2</sub> berbeda .....	64



Gambar 4.14 Penurunan angka COD limbah cair tahu setelah  
fotodegradasi menggunakan fotokatalis zeolit-TiO<sub>2</sub> variasi  
waktu..... 67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data XRD Zeolit Mordenit (Standar).....	77
Lampiran 2. Data XRD Zeolit Klinoptilolit (Standar) .....	78
Lampiran 3. Data JCPDS TiO <sub>2</sub> <i>Anatase</i> (Standar).....	79
Lampiran 4. Data Karakterisasi FTIR Zeolit Alam.....	80
Lampiran 5. Data Karakterisasi FT-IR Zeolit Aktivasi.....	81
Lampiran 6. Data Karakterisasi FT-IR Komposit Zeolit-TiO <sub>2</sub> .....	82
Lampiran 7. Data Analisis XRF Zeolit Alam.....	83
Lampiran 8. Data Analisis XRF Zeolit Aktivasi .....	84
Lampiran 9. Data Analisis XRF Komposit Zeolit-TiO <sub>2</sub> .....	85
Lampiran 10. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru .....	86
Lampiran 11. Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru.....	87
Lampiran 12. Hasil Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Waktu .....	88

# Uji Fotodegradasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit Terhadap Metilen Biru dan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu

**Deci Siti Nurhalimah**  
**10630047**

**Dosen Pembimbing: Pedy Artsanti, M.Sc**

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian sintesis komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan mengembangkan TiO<sub>2</sub> ke dalam zeolit alam Wonosari yang teraktivasi asam (HF dan HCl). Komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> digunakan untuk fotodegradasi zat warna metilen biru kemudian diuji efektivitasnya untuk menurunkan kadar COD limbah cair industri tahu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> dan aktivitasnya terhadap fotodegradasi zat warna metilen biru, serta efektivitasnya untuk menurunkan kadar COD limbah cair industri tahu.

Sintesis komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dilakukan dengan mencampurkan zeolit teraktivasi HF dan HCl, TiO<sub>2</sub> *degussa* dan etanol *absolute* (20:1:20), kemudian dikalsinasi selama 2 jam pada 600 °C. Komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan XRD, FT-IR dan XRF. Selanjutnya komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> digunakan untuk fotodegradasi metilen biru dengan beberapa variasi, yaitu variasi waktu penyinaran UV, pH larutan dan massa komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit. Selanjutnya komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit digunakan untuk uji fotodegradasi terhadap senyawa organik limbah cair industri tahu untuk menurunkan kadar COD pada variasi waktu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit telah berhasil. Hal tersebut didasarkan pada hasil karakterisasi komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan adanya puncak difraksi yang cukup tinggi tajam khas dari TiO<sub>2</sub> jenis anatase di daerah  $2\theta = 25,20^\circ$  pada difraktogram XRD komposit zeolit-TiO<sub>2</sub>. Pada spektra FT-IR muncul serapan pada bilangan gelombang 694,37 cm<sup>-1</sup> yang merupakan bilangan gelombang karakteristik dari TiO<sub>2</sub>. Selain itu, hasil analisis menggunakan XRF diperoleh bahwa kandungan Ti pada komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> meningkat sebesar 5,72%. Kondisi optimum untuk fotodegradasi zat warna metilen biru dicapai pada waktu penyinaran UV selama 120 menit, pH basa (pH > 7) dan massa komposit -TiO<sub>2</sub>-zeolit sebanyak 100 mg. Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit juga dapat menurunkan kadar COD limbah cair industri tahu. Penurunan angka COD limbah cair tahu semakin meningkat dan persentase penurunan angka COD terbesar terjadi pada fotodegradasi selama 180 menit yaitu sebesar 8,7%.

**Kata Kunci** : Zeolit Alam, TiO<sub>2</sub>, Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit, Fotodegradasi, Metilen Biru, Limbah Cair Industri Tahu

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dalam beberapa dekade ini, proses fotokatalitik menggunakan semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan sinar UV sebagai sumber penyinaran telah diaplikasikan sebagai senyawa katalis alternatif untuk mendegradasi polutan organik pada air yang terkontaminasi oleh bahan pencemar berupa zat warna, hidrokarbon, pestisida dan sel mikroba patogen. Proses fotokatalitik dapat memecahkan sejumlah besar variasi senyawa organik menjadi  $\text{CO}_2$ , air dan garam mineral sebagai produk hasil degradasi (Poluakan dkk., 2015).

Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) merupakan semikonduktor yang dapat berfungsi sebagai fotokatalis yang memiliki fotoaktivitas dan stabilitas kimia tinggi meski dalam kondisi keras sekalipun (Sopyan, 1999). Selain itu,  $\text{TiO}_2$  bersifat non toksik, murah dan memiliki sifat redoks yakni mampu mengoksidasi polutan organik dan mereduksi sejumlah ion logam dalam larutan, serta tersedia secara komersial dan preparasinya yang mudah dilakukan di laboratorium.

Aktivitas fotokatalitik dari  $\text{TiO}_2$  dapat ditingkatkan dengan memodifikasi struktur, luas permukaan dan ukuran partikel, salah satunya adalah dengan mengembankan  $\text{TiO}_2$  pada suatu adsorben. Salah satu jenis adsorben yang keberadaannya cukup melimpah di Indonesia adalah zeolit. Zeolit merupakan material berpori yang penggunaannya didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion, adsorpsi, dan katalisator. Zeolit merupakan polimer anorganik

berongga yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit besar sehingga sangat baik digunakan sebagai adsorben (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Kualitas mineral alam seperti zeolit perlu ditingkatkan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan, agar terbebas dari pengotor baik itu senyawa organik maupun dari jenis oksida logam sehingga fungsinya menjadi maksimal. Peningkatan daya guna atau optimalisasi zeolit sebagai adsorben dapat dilakukan melalui aktivasi secara fisis maupun secara kimia. Secara fisis seperti kalsinasi yang bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit sehingga jumlah pori dan luas permukaan spesifiknya bertambah. Secara kimia seperti menggunakan larutan asam dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengganggu dan menata kembali letak atom yang dapat dipertukarkan (Suyartono dan Husaini, 1991).

Material  $\text{TiO}_2$  yang teremban pada zeolit alam memiliki fungsi ganda yaitu sebagai adsorben (dari sifat zeolit yang berpori dan memiliki kation yang dapat dipertukarkan) serta sebagai fotokatalis. Reaksi fotodegradasi dapat berlangsung apabila dalam suatu sistem terdapat sumber cahaya (foton), fotokatalis, oksigen dan substrat organik. Pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan zeolit alam yang berasal dari kabupaten Wonosari sebagai pengemban fotokatalis  $\text{TiO}_2$  sehingga diharapkan dapat meningkatkan efektivitas  $\text{TiO}_2$  dan daya guna zeolit alam. Selanjutnya komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit tersebut dipelajari aktivitas fotodegradasinya terhadap zat warna metilen biru sebagai substrat organik.

Metilen biru mempunyai struktur benzena yang sulit untuk diuraikan, bersifat toksik, karsinogenik dan mutagenik (Ljubas, 2010). Senyawa ini cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi di alam dan berbahaya bagi lingkungan apalagi dalam konsentrasi yang sangat besar karena dapat menaikkan angka COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit selanjutnya digunakan untuk uji fotodegradasi terhadap senyawa organik limbah cair industri tahu yang berasal dari Serangan, Ngampilan, Yogyakarta. Angka COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair industri tahu sebelum dan setelah perlakuan dijadikan patokan sebagai penentu berhasilnya proses fotodegradasi.

Limbah cair industri tahu termasuk ke dalam limbah cair organik karena mengandung berbagai macam senyawa organik dan terbebas dari logam berat. Limbah cair industri tahu merupakan salah satu limbah yang banyak menimbulkan permasalahan lingkungan. Hal ini karena kandungan bahan organik (protein, lemak, karbohidrat) yang tinggi dan mudah membusuk sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap (Santoso, 2000). Sementara itu pengolahan limbah cair industri tahu belum dilakukan secara menyeluruh oleh semua industri, seperti di Daerah Istimewa Yogyakarta di mana hanya 17,65% industri tahu yang memiliki IPAL (Suryandono dan Wagiman, 2004).

Sebagian besar pengolahan tahu diproduksi oleh industri skala kecil (*home industry*) dan para pengrajin tahu tidak mengolah limbah cairnya terlebih dahulu, namun langsung membuangnya ke lingkungan. Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan, makhluk hidup yang berada di perairan akan terancam

kehidupannya dan akan menyebabkan terjadinya perombakan senyawa organik yang menghasilkan gas berbau menyengat.

#### **B. Batasan Masalah**

1. Zeolit alam yang digunakan berasal dari Wonosari, Gunung Kidul.
2. Karakterisasi komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit menggunakan XRD, XRF dan FT-IR.
3. Zat warna yang digunakan yaitu metilen biru sintetis.
4. Parameter untuk uji fotodegradasi limbah cair industri tahu adalah angka COD (*Chemical Oxygen Demand*).

#### **C. Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah karakterisasi zeolit alam Wonosari teraktivasi asam (HF dan HCl)?
2. Bagaimanakah sintesis komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit dari prekursor zeolit dan  $\text{TiO}_2$ ?
3. Bagaimanakah karakterisasi komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit?
4. Bagaimanakah aktivitas fotokatalitik komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit terhadap fotodegradasi zat warna metilen biru dengan variasi waktu, pH dan massa komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit?
5. Bagaimanakah kemampuan komposit  $\text{TiO}_2$ -zeolit terhadap fotodegradasi senyawa organik limbah cair industri tahu dalam menurunkan kadar COD-nya?

#### **D. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui karakterisasi zeolit alam Wonosari teraktivasi asam (HF dan HCl).

2. Mengetahui sintesis komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit.
3. Mengetahui karakterisasi komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit.
4. Mengetahui aktivitas fotokatalitik komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit terhadap fotodegradasi zat warna metilen biru dengan variasi waktu, pH dan massa komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit.
5. Mengetahui kemampuan komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit terhadap fotodegradasi senyawa organik limbah cair industri tahu dalam menurunkan kadar COD-nya.

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

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas zeolit alam yang berasal dari Wonosari sebagai pengemban fotokatalis TiO<sub>2</sub> untuk fotodegradasi zat warna metilen biru, sehingga dapat menambah nilai jual dan memperluas pemanfaatan mineral alam tersebut. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menambah referensi dalam penanganan masalah pencemaran lingkungan khususnya terhadap zat warna metilen biru dan limbah cair industri tahu.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa jenis mineral penyusun utama zeolit alam Wonosari dan zeolit teraktivasi asam (HF dan HCl) adalah mordenit dan klinoptilolit. Proses aktivasi asam mengakibatkan kerusakan struktur, tetapi tidak mempengaruhi jenis mineral penyusun utama dari zeolit. Hasil karakterisasi menggunakan FT-IR menunjukkan adanya pergeseran spektra kearah bilangan gelombang yang lebih besar, yang mengindikasikan terjadinya dealuminasi atau pengurangan gugus Al pada kerangka zeolit. Hal ini dibuktikan pada hasil karakterisasi menggunakan XRF, kandungan Al zeolit teraktivasi berkurang hingga 24,66 % yang menyebabkan meningkatnya rasio Si/Al dari 5,2 menjadi 8,9.
2. Sintesis komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit telah berhasil dilakukan dengan mengembankan TiO<sub>2</sub> pada zeolit yang telah diaktivasi menggunakan asam (HF dan HCl).
3. Hasil karakterisasi komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dengan XRD menunjukkan adanya puncak difraksi yang cukup tinggi tajam khas dari TiO<sub>2</sub> jenis anatase di daerah  $2\theta = 25,20^\circ$  pada difraktogram XRD komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit. Pada spektra FT-IR komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit muncul serapan pada bilangan gelombang 694,37 cm<sup>-1</sup> yang merupakan bilangan gelombang karakteristik dari TiO<sub>2</sub>. Lebih lanjut pada hasil analisis menggunakan XRF

diperoleh bahwa kandungan Ti pada komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit meningkat sebesar 5,72 % daripada kandungan Ti pada ZH.

4. Komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit dapat digunakan untuk proses fotodegradasi terhadap zat warna metilen biru dengan kondisi optimum dicapai pada waktu penyinaran selama 120 menit, pH basa (pH > 7) dan massa komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> sebanyak 100 mg.
5. Komposit zeolit-TiO<sub>2</sub> sebanyak 100 mg dapat mendegradasi limbah cair industri tahu yang ditandai dengan menurunnya kadar COD. Penurunan angka COD limbah cair tahu semakin meningkat seiring lamanya waktu penyinaran. Persentase penurunan angka COD terbesar terjadi pada fotodegradasi selama 180 menit yaitu sebesar 8,7 %.

**B. Saran**

1. Perlu dilakukan karakterisasi terhadap zeolit, zeolit aktivasi dan komposit TiO<sub>2</sub>-zeolit menggunakan GSA untuk mengetahui perubahan ukuran pori atau pengujian untuk mengetahui luas permukaan menggunakan BET.
2. Perlu dilakukan analisis kromatografi lanjutan terhadap larutan hasil fotodegradasi untuk mengetahui kandungan dari larutan sisa hasil fotodegradasi, seperti HPLC, GCMS dan lain-lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abonen, P. 2001. *Aerosol Production and Crystalization of Titanium Dioxide from Metal Alkoxide Droplet*. Technical Reasearch Centre. Finland
- Agusriyanti, S., 2014. *Pemanfaatan Zeolit Alam Ciamis Sebagai Pengembangan Fotokatalis  $TiO_2$  untuk Fotodegradasi Zat Warna Rhodamine B*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Alaert, G; S.S. Santika., 1984 *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Andari, N.D. dan Wardhani, S., 2014. *Fotokatalis  $TiO_2$ -Zeolit untuk Degradasi Metilen Blue*. Universitas Brawijaya.
- Anggara, P.A., Wahyuni, S., dan Prasetya, A.T., 2013. *Optimalisasi Zeolit Alam Wonosari dengan Proses Aktivasi Secara Fisis dan Kimia*. Indo. J. Chem. Sci. 2 (1) (2013)
- Boyd, C.E., 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture; International Center of Agriculture Experiment Center*. Auburn: University Alabama.
- Brown, G.N., Birks, J.W., dan Koval, C.A., 1992. *Development and Characterization of a Titanium-Dioxide Based Semiconductor Photoelectrochemical Detector*. *Anal. Chem.* 64, 427-434.
- Cotton, F.A., Wilkinson, G., Murillo, C.A., and Bochmann, M. 1999. *Advanced Inorganic Chemistry*. 6th ed. John Willey and Sons Inc., Van Couver.
- Day, R.A. dan Underwood, A.L., 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ekawati, R. Dan Pardoyo, T., 2010. *Pengaruh Aktivasi Zeolit dengan  $KMnO_4$ ,  $K_2SO_4$  dan  $H_2SO_4$  Terhadap Adsorptivitas Ion  $Na^+$  dan  $Mg^{2+}$  Diujikan Pada Air Tanah Karimun Jawa Blok I*. Semarang: UNDIP.
- Fahrizal, 2008. *Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Biosorben Zat Warna Biru Metilena*. Skripsi, IPB Bogor
- Fatimah, D., 2009. *Peningkatan Kualitas Zeolit Alam Cikancra, Tasikmalaa dengan Asam Mineral: Sebuah Pengujian Karakter Fisiko-Kimia, Melalui Analisis Tukar Kation, AAS, SEM, XRD*. Prosoding. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

- Fatimah, I., Sugiharto, E., Wijaya, K., Tahir, I. dan Kamalia, 2006. *Titanium Oxide Dispersed on Natural Zeolite (TiO<sub>2</sub>/Zeolite) and Its Application For Congo Red Photodegradation, Indo. J. Chem.*, 2006, 6 (1), 38-42.
- Fatimah, Is. 2012. *Composite of TiO<sub>2</sub>-montmorillonite from Indonesia and Its photocatalytic Propertis in Methylene Blue and E.coli Reduction*. UII. Yogyakarta
- Fessenden dan Fessenden, 1982. *Kimia Organik Jilid II Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Flaningen, E. M., 1991. *Introduction to Zeolite Science and Practice, 1 st Edition*. Elsevier, New York.
- Guisnet, M., and Gilson, JP., 2002. *Zeolites For Cleaner Technologies, Catalytic Science Series-vol 3*. London: Imperial College Press.
- Gunlazuardi, J., 2001. *Fotokatalisis pada Permukaan TiO<sub>2</sub>: Aspek Fundamental dan Aplikasinya, Seminar Nasional Kimia Fisika II*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hamdan, H., 1992. *Introduction to Zeolites : Synthesis, Characterization and Modification*. Malaysia: UTM.
- Handoko, P., dan Setyawan, D. 2002. *Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*. Jurnal Ilmu Dasar, Vol.3, No.2
- Hariyadi, S., 2001. *Teknik Sampling Kualitas Air, Makalah Pendidikan dan Latihan Teknis Sampling Kelautan Angkatan I*. Jakarta: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Pemerintah Propinsi DKI Jakarta.
- Hayati, E.K., 2007. *Buku Ajar Dasar-dasar Analisis Spektroskopi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Herald, E., Hisyam S.W., dan Sulistiyono, 2003. *Karakterisasi dan Aktivasi Zeolit Alam Ponorogo. Indonesian Journal of Chemistry*, 3 (2), 91-97.
- Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W., dan Bahnemann, D.W. 1995. *Environmental Application of Semiconductor Photocatalytic*. *J. Chem Rev*, 95 (1). 69-96.
- Houas, A., Lachheb, H., Ksibi, M., Guillard, C., Herrmann, J., dan Elaloui, E., 2000. *Photocatalytic Degradation Pathway Of Methylene Blue In Water. Applied Catalysis B: Environmental* 31 (2001) 145-157.
- Iritasari, Anna. 2011. *Kajian Pengaruh Zat Wrna Metilen Biru dan pH Larutan terhadap Efektivitas Fotoreduksi Ion Ag(I) Terkatalisis TiO<sub>2</sub>*. Skripsi. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

- Jenkins, R., 1988. *X-Ray Fluorescence Spectrometry*. New York: John Wiley and Sons.
- Joshi, K.M. dan Shrivastava, V.S., 2010. *Removal Of Hazardious Textile Dyes From Aqueous Solution By Using Commercial Activated Carbon With  $TiO_2$  And  $ZnO$  As Photocatalyst*, *ChemTech*, Vol. 2, pp. 427-435.
- Khopkar, S.M., 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kurnia, Y., 2011. *Studi Adsorpsi Zat Warna Rhodamine B Menggunakan Abu Dasar Batu Bara PLTU Paiton*. Skripsi. UGM
- Linsebigler, A.L., Lu, G., dan Yates, J.T., 1995. *Photocatalysis on  $TiO_2$  Surfaces : Principles, Mechanisms, and Selected Results*, *Chem. Rev.*, Vol 95, No 3.
- Ljubas, D., Curcovic, L., Dobrovic, S. 2010. *Photocatalytic Degradation of an Azo Dye by UV Irradiation at 254 and 365 nm*. Transaction of Famera XXXIV-1.
- Metcalf dan Eddy, 1991. "Wastewater Engineering", p279-280. International Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Nasikin, M. dan Susanto, B.H., 2010. *Katalisis Heterogen*. Jakarta: UI Press.
- Nogueira, R.F.P. dan Jardim, W.F., 1993. *Photodegradation of Methylene Blue Using Solar Light and Semiconductor ( $TiO_2$ )*, *J Chem. Ed.* 70, 10, 861-862.
- Poluakan, M., Wuntu, A. dan Sangi, M.S. 2015. *Aktivitas Fotokatalitik  $TiO_2$ -Karbon Aktif dan  $TiO_2$ -Zeolit pada Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow*. Unsrat. Manado
- Potter, C. Soeparwadi, M; Gani A., 1994. *Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia. Sumber, Pengendalian Baku Mutu*. Environmental Management Development di Indonesia (EMDI).
- Pundasari, S.S., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D., 2013. *Kimia Student Journal*, Vol 1, No. 2 PP. 236-242
- Purnama, I., 2012. *Pengaruh Komposisi Berat  $TiO_2$  dalam Campuran  $TiO_2$ -Kitosan dalam Menguraikan Zat Warna Metilen Biru*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Qodri, A. A., 2011. *Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG dengan Fotokatalis Komposit  $TiO_2/SiO_2$* . Surakarta: UNS.
- Santoso, Iman. 2000. *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Produksi Nata de Soya Menggunakan *Acetobacter Xylinum p1007**. Perpustakaan Universitas Indonesia. UI
- Sastroamidjojo, H., 2007. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.

- Setyawan, D., Triyono, Narsito, Dwi, T. 2009. *Peningkatan Kualitas Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben H<sub>5</sub>-NZA dalam Reaktor Sistem Fluid Fixed Bed*. Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 10 No 2. 121-132
- Sitorus, M., 2009. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sonawane, R.S., dan M.K Dongare, 2006. *Sol-gel Sunthesis of Au/TiO<sub>2</sub> Thin Films for Photocatalytic Degradation of Phenol in Sunlight*, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, Vol.243, 68-76
- Sopyan, I., Wanatabe, M., Murasawa, S., Hashimoto, K., dan Fujisima, A., 1996. *Efficient TiO<sub>2</sub> Powder and Film Photocatalysts With Rutile Crystal Structure.*, *Chemisty Letters*, 25 (1). 69-70.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Suminta, S. 2006. *Karakteristik Zeolit Alam dengan Metode Difraksi Sinar-X*. BATAN. Serpong
- Suryandono; Wagiman. 2004. *Laju produksi Biogas dari Limbah Cair Tahu*. Lembaga Penelitian UGM: Yogyakarta
- Sutarti, M, dan Rachmawati, M., 1994. *Zeolit: Tinjauan Literatur*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI
- Suyartono dan Husaini, 1991. *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia yang Dilakukan PPTM*. Buletin PPTM: Bandung
- Tan, K.H., 1991. *Dasa-dasar kimia Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tjahjanto, R.T. dan Gunlazuardi, J., 2001. *Preparasi Lapisan Tipis TiO<sub>2</sub> sebagai Fotokatalis: Keterkaitan antara Ketebalan dan Aktivitas Fotokatalis*, *Makara*, 5 (2). 81-91.
- Utubira, Y., Wijaya, K., Triyono, dan Sugiharto, E., 2006. *Preparasi dan Karakterisasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit serta Pengujiannya pada Degradasi Limbah Industri Tekstil secara Fotokatalitik*, *Indo. J. Chem.*, 2006, 6 (3), 231-237.
- Weitkamp, J. dan Puppe, L., 1999. *Catalysis and Zeolites; Fundamentals and Application*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidel Berg.
- West, A.R., 1984. *Solid State Chemistry and its Application*. New York: John Willey and Sons.

- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, Is., Sudiono, S., dan Kurniasyih, D, 2006. *Utilisasi TiO<sub>2</sub>-Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red*, *TEKNOIN*, 11 (3), 199-209.
- Winarno, E., K. 1998. *Pengurangan Warna dan Penguraian Zat Warna Direct Black22 dalam Air dengan Iradiasi Gamma dan Aerasi*. BATAN. Jakarta
- Windati, W., Syah, Y. dan Widati, A.A., 2013. *Impregnasi Zeolit Alam dengan TiO<sub>2</sub> untuk Degradasi Jingga Metil secara Fotokatalitik*. Universitas Airlangga.
- Yuliusman, Widodo, W.P. dan Yulianto, S.N., 2013. *Pemilihan Adsorben untuk Penjerapan Karbon Monoksida Model Adsorpsi Isotermis Langmuir*. Universitas Indonesia.
- Zehdehlel, M., Kalateh, Z., Alikhani,H., 2011. *Efficiency Evaluation of NaY Zeolite and TiO<sub>2</sub>/ NaY Zeolite in Removal of Methylene Blue Dye from Aqueous Solition*. *Iran J. Environ. Health. Sci. Eng.*, (8) 265-272.



# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Data XRD Zeolit Mordenit (Standar)

### LAMPIRAN

#### Lampiran 1. Data XRD Zeolit Mordenit (Standar)

## MOR

## Mordenite

CHEMICAL COMPOSITION:  $[\text{Na}_8(\text{H}_2\text{O})_{24}] [\text{Si}_{40}\text{Al}_8\text{O}_{96}]$   
Challis, Idaho, U.S.A.

REFINED COMPOSITION:  $[\text{Na}_8(\text{H}_2\text{O})_{25}] [\text{Si}_{40}\text{Al}_8\text{O}_{96}]$

CRYSTAL DATA: *Cmcm* (No. 63)

$a = 18.11 \text{ \AA}$      $b = 20.53 \text{ \AA}$      $c = 7.528 \text{ \AA}$

$\alpha = 90^\circ$      $\beta = 90^\circ$      $\gamma = 90^\circ$

X-ray single crystal refinement,  $R = 0.07$

REFERENCE: V. Gramlich,  
PhD dissertation, ETH, Zurich, (1971).  
And V. Gramlich, Private communication.

<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	$2\theta$	<i>d</i>	<i>M</i>	<i>I</i> <sub>rel</sub>	
1	1	0	6.51	13.581	4	100.0	5	3	1	30.34	2.946	8	0.3	3	7	2	41.81	2.160	8	1.8	
0	2	0	8.61	10.265	2	13.1	2	6	1	30.34	2.946	8	5.5	4	2	3	42.10	2.146	8	0.5	
2	0	0	9.77	9.055	2	56.4	6	2	0	30.88	2.896	4	2.0	6	4	2	42.22	2.140	8	0.2	
2	2	0	13.04	6.791	4	0.3	4	0	2	30.89	2.894	4	12.9	3	9	0	42.36	2.134	4	0.3	
1	1	1	13.45	6.584	8	40.4	3	3	2	30.89	2.894	8	8.8	0	8	2	42.64	2.120	4	0.5	
1	3	0	13.83	6.402	4	29.1	2	4	2	31.08	2.878	8	0.2	2	8	2	43.85	2.064	8	0.5	
0	2	1	14.59	6.071	4	13.3	1	5	2	32.65	2.743	8	3.2	0	10	0	44.11	2.053	2	5.3	
3	1	0	15.30	5.791	4	9.5	5	5	0	32.98	2.716	4	0.6	3	9	1	44.11	2.053	8	0.8	
0	4	0	17.28	5.133	2	0.6	6	2	1	33.15	2.703	8	2.8	5	1	3	44.13	2.052	8	0.6	
2	2	1	17.59	5.042	8	2.3	1	7	1	33.15	2.702	8	6.6	7	3	2	44.51	2.036	8	3.3	
1	3	1	18.19	4.877	8	4.4	3	7	0	33.98	2.638	4	1.6	0	6	3	44.79	2.024	4	0.3	
3	1	1	19.34	4.590	8	3.2	5	1	2	34.65	2.589	8	0.6	4	4	3	44.92	2.018	8	4.9	
4	0	0	19.61	4.528	2	1.4	7	1	0	34.95	2.567	4	0.2	9	1	0	45.28	2.003	4	0.5	
3	3	0	19.61	4.527	4	22.7	0	8	0	34.96	2.566	2	5.4	8	4	1	45.41	1.997	8	2.9	
2	4	0	19.88	4.465	4	0.6	5	5	1	35.12	2.555	8	0.5	5	3	3	45.95	1.975	8	0.8	
0	4	1	20.95	4.241	4	1.4	4	4	2	35.61	2.521	8	0.6	2	6	3	45.95	1.975	8	0.7	
4	2	0	21.45	4.142	4	5.7	3	5	2	35.61	2.521	8	15.5	6	8	0	46.44	1.955	4	7.5	
1	5	0	22.20	4.004	4	46.1	2	8	0	36.39	2.469	4	1.3	5	7	2	46.58	1.950	8	0.6	
3	3	1	22.92	3.880	8	1.0	1	1	3	36.41	2.468	8	1.2	9	1	1	46.95	1.935	8	1.8	
2	4	1	23.16	3.840	8	16.9	6	4	1	36.54	2.459	8	5.3	2	10	1	46.96	1.935	8	0.2	
0	0	2	23.64	3.764	2	6.9	5	3	2	36.86	2.439	8	1.2	9	3	0	47.07	1.930	4	0.9	
4	2	1	24.53	3.629	8	4.5	2	6	2	36.86	2.438	8	1.8	5	9	0	47.08	1.930	4	0.2	
1	1	2	24.54	3.627	8	0.3	0	2	3	36.87	2.438	4	0.2	4	8	2	47.34	1.920	8	5.2	
5	1	0	24.96	3.567	4	2.3	7	1	1	37.00	2.429	8	0.4	6	2	3	47.97	1.896	8	0.6	
1	5	1	25.19	3.535	8	0.3	0	8	1	37.01	2.429	4	0.5	1	7	3	47.98	1.896	8	1.1	
0	2	2	25.20	3.534	4	4.3	7	3	0	37.15	2.420	4	0.1	7	5	2	48.08	1.892	8	0.7	
2	0	2	25.63	3.476	4	75.7	6	0	2	38.22	2.355	4	0.1	0	0	4	48.36	1.882	2	9.4	
0	6	0	26.04	3.422	2	5.0	2	2	3	38.24	2.354	8	0.4	7	7	1	48.45	1.879	8	0.5	
3	5	0	26.25	3.395	4	43.5	1	3	3	38.53	2.336	8	0.7	4	10	0	48.70	1.870	4	0.1	
2	2	2	27.09	3.292	8	4.7	7	3	1	39.10	2.304	8	0.2	5	9	1	48.70	1.870	8	2.5	
1	3	2	27.49	3.245	8	12.6	6	2	2	39.25	2.295	8	0.4	1	1	4	48.85	1.864	8	1.2	
5	1	1	27.67	3.223	8	46.1	5	7	0	39.54	2.279	4	1.1	1	11	0	49.07	1.857	4	0.5	
5	3	0	27.87	3.201	4	28.8	8	0	0	39.82	2.264	2	0.1	3	9	2	49.07	1.856	8	0.5	
2	6	0	27.87	3.201	4	0.1	0	4	3	39.99	2.254	4	0.1	4	6	3	49.33	1.847	8	0.4	
3	1	2	28.28	3.156	8	4.0	4	8	0	40.40	2.233	4	2.2	5	5	3	49.45	1.843	8	0.1	
0	6	1	28.66	3.115	4	2.7	8	2	0	40.82	2.211	4	0.4	2	0	4	49.46	1.843	4	0.3	
4	4	1	28.85	3.095	8	3.3	7	5	0	41.24	2.189	4	0.3	8	6	1	49.79	1.831	8	0.1	
3	5	1	28.85	3.095	8	0.5	2	4	3	41.27	2.188	8	2.2								
0	4	2	29.43	3.035	4	0.2	6	6	1	41.67	2.168	8	1.4								

## Lampiran 2. Data XRD Zeolit Klinoptilolit (Standar)

HEU

Lampiran 2. Data XRD Zeolit Klinoptilolit (Standar)  
Clinoptilolite

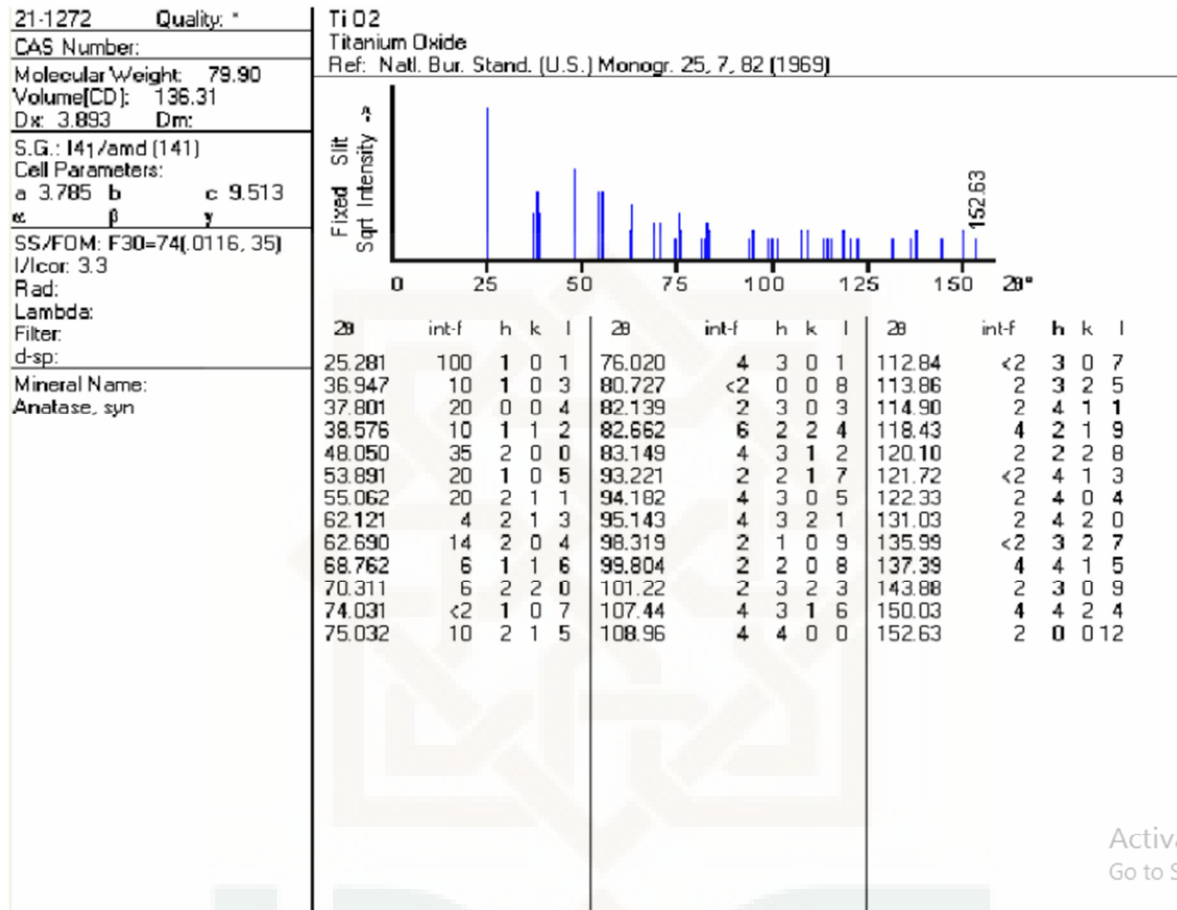
CHEMICAL COMPOSITION:  $[\text{Na}_{1.84}\text{K}_{1.76}\text{Mg}_{0.2}\text{Ca}_{1.24}(\text{H}_2\text{O})_{21.36}] [\text{Si}_{29.84}\text{Al}_{6.16}\text{O}_{72}]$   
Agoura, California, U.S.A.

REFINED COMPOSITION:  $[\text{Na}_{1.84}\text{K}_{1.76}\text{Mg}_{0.2}\text{Ca}_{1.24}(\text{H}_2\text{O})_{21.36}] [\text{Si}_{29.84}\text{Al}_{6.16}\text{O}_{72}]$

CRYSTAL DATA:  $C12/m1$  (No. 12) unique axis  $b$ , cell choice 1  
 $a = 17.662 \text{ \AA}$   $b = 17.911 \text{ \AA}$   $c = 7.407 \text{ \AA}$   
 $\alpha = 90^\circ$   $\beta = 116.40^\circ$   $\gamma = 90^\circ$   
X-ray single crystal refinement,  $R_w = 0.088$

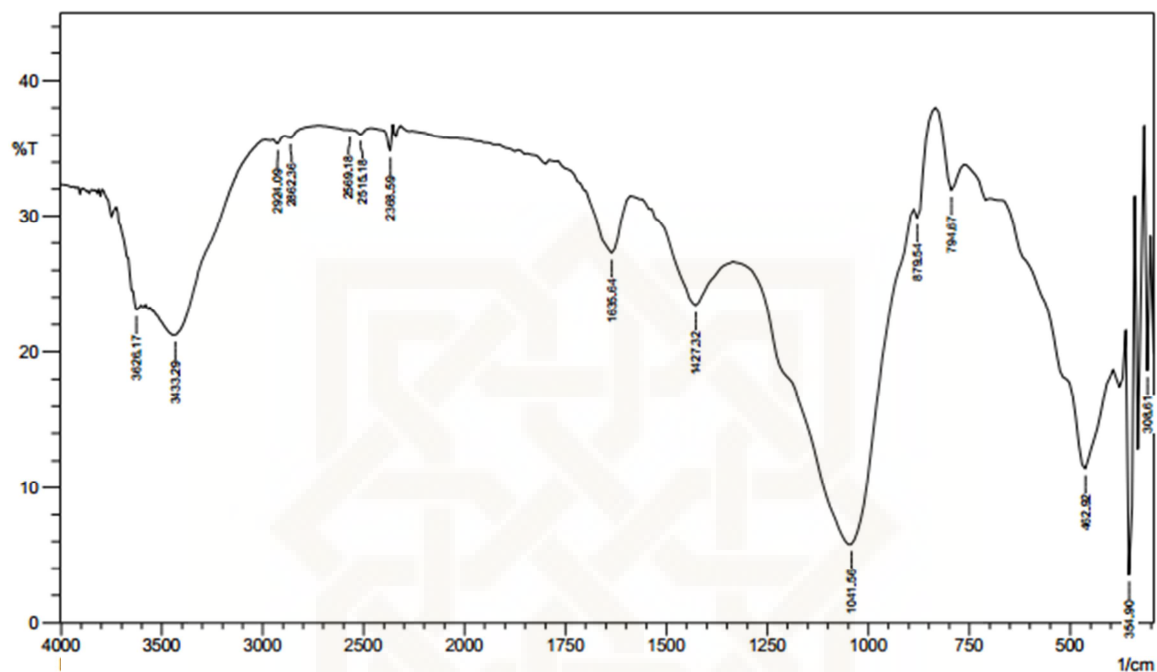
REFERENCE: K. Koyama and Y. Takeuchi,  
*Z. Kristallogr.* 145 216–239 (1977).

$h$	$k$	$l$	$2\theta$	$d$	$M$	$I_{\text{rel}}$	$h$	$k$	$l$	$2\theta$	$d$	$M$	$I_{\text{rel}}$	$h$	$k$	$l$	$2\theta$	$d$	$M$	$I_{\text{rel}}$
1	1	0	7.46	11.857	4	4.7	4	4	0	30.15	2.964	4	0.4	-7	3	2	39.92	2.258	4	0.4
0	2	0	9.88	8.955	2	100.0	3	5	0	30.16	2.963	4	17.8	-4	6	2	40.25	2.240	4	0.3
2	0	0	11.19	7.910	2	40.0	1	1	2	30.30	2.950	4	11.2	0	0	3	40.80	2.212	2	1.1
-1	1	1	12.94	6.842	4	1.4	-6	0	1	30.41	2.940	2	2.7	3	3	2	40.93	2.205	4	0.3
-2	0	1	13.06	6.780	2	14.5	4	0	1	31.05	2.880	2	1.9	-6	2	3	41.20	2.191	4	2.1
0	0	1	13.35	6.635	2	7.0	5	3	0	32.01	2.796	4	23.1	-1	3	3	41.49	2.176	4	1.5
2	2	0	14.94	5.929	4	6.3	-6	2	1	32.04	2.793	4	8.7	2	8	0	41.94	2.154	4	0.4
1	3	0	15.87	5.586	4	1.9	4	2	1	32.66	2.742	4	0.6	6	0	1	42.13	2.145	2	0.3
-2	2	1	16.40	5.405	4	0.6	-6	0	2	32.66	2.742	2	0.8	-2	4	3	42.34	2.134	4	2.1
0	2	1	16.63	5.331	4	1.6	-2	6	1	32.78	2.732	4	9.7	-2	8	1	42.52	2.126	4	0.5
-3	1	1	16.91	5.243	4	15.8	-5	3	2	32.79	2.731	4	0.4	4	0	2	42.66	2.120	2	0.8
1	1	1	17.36	5.110	4	24.8	0	6	1	32.90	2.722	4	4.9	7	3	0	42.78	2.114	4	1.9
3	1	0	17.53	5.059	4	6.0	1	3	2	33.51	2.674	4	4.0	-7	1	3	42.94	2.106	4	0.4
-1	3	1	19.10	4.648	4	15.6	2	0	2	33.62	2.666	2	1.0	-6	6	1	43.19	2.095	4	1.3
-4	0	1	20.40	4.354	2	5.6	0	4	2	33.62	2.665	4	1.2	-3	7	2	43.27	2.091	4	1.4
1	3	1	22.36	3.976	4	49.2	6	0	0	34.00	2.637	2	0.3	6	2	1	43.38	2.086	4	3.4
4	0	0	22.48	3.955	2	18.1	2	2	2	35.13	2.555	4	4.1	4	6	1	43.67	2.073	4	2.3
3	3	0	22.49	3.952	4	37.2	-3	5	2	35.21	2.549	4	0.7	3	7	1	44.07	2.055	4	1.5
-4	2	1	22.71	3.916	4	21.0	-1	5	2	35.44	2.533	4	2.3	1	1	3	44.08	2.054	4	0.9
2	4	0	22.82	3.897	4	24.4	6	2	0	35.49	2.529	4	2.9	5	5	1	44.66	2.029	4	1.0
2	2	1	23.21	3.832	4	4.9	1	7	0	35.54	2.526	4	1.8	-6	4	3	44.93	2.018	4	2.7
-2	4	1	23.81	3.736	4	3.1	-5	5	1	35.71	2.514	4	3.2	-7	5	2	44.96	2.016	4	2.3
0	4	1	23.98	3.712	4	1.5	3	5	1	36.16	2.484	4	2.0	-7	3	3	45.38	1.998	4	0.4
-2	0	2	24.04	3.702	2	6.8	-7	1	1	36.19	2.482	4	0.9	8	0	0	45.89	1.978	2	0.4
4	2	0	24.61	3.618	4	0.3	-4	6	1	36.49	2.462	4	1.3	6	6	0	45.92	1.976	4	0.8
-3	1	2	25.05	3.555	4	14.7	-6	4	1	36.57	2.457	4	2.4	1	9	0	45.96	1.975	4	0.9
-1	1	2	25.35	3.513	4	0.6	-4	0	3	36.69	2.449	2	0.4	-5	7	2	46.18	1.966	4	0.6
1	5	0	25.49	3.494	4	1.0	2	6	1	36.82	2.441	4	6.2	-8	4	1	46.34	1.959	4	2.6
-5	1	1	25.72	3.463	4	5.0	5	1	1	36.85	2.439	4	1.3	-8	4	2	46.38	1.958	4	1.2
-2	2	2	26.04	3.421	4	32.1	-2	0	3	37.02	2.428	2	3.6	-1	5	3	46.38	1.958	4	4.5
-4	0	2	26.29	3.390	2	13.6	4	4	1	37.11	2.422	4	5.7	-9	1	2	46.77	1.942	4	2.6
3	1	1	26.32	3.386	4	2.8	-7	1	2	37.20	2.417	4	4.1	6	4	1	46.97	1.934	4	2.2
0	0	2	26.88	3.317	2	9.6	4	6	0	37.76	2.383	4	1.5	-8	2	3	47.16	1.927	4	0.8
-4	2	2	28.15	3.170	4	27.2	-4	2	3	38.09	2.362	4	2.0	-1	9	1	47.30	1.922	4	0.6
-4	4	1	28.60	3.121	4	13.8	-5	1	3	38.22	2.355	4	0.6	2	0	3	47.35	1.920	2	0.4
0	2	2	28.70	3.111	4	0.5	3	1	2	38.27	2.352	4	1.1	-2	8	2	47.46	1.916	4	1.3
-3	3	2	28.80	3.100	4	2.7	-2	2	3	38.41	2.344	4	1.9	5	1	2	48.02	1.895	4	0.8
2	4	1	29.00	3.078	4	1.0	-6	4	2	38.50	2.338	4	0.4	-2	6	3	48.32	1.884	4	0.3
-1	3	2	29.07	3.072	4	14.0	-2	6	2	38.75	2.324	4	0.5	2	2	3	48.49	1.877	4	0.6
-5	3	1	29.39	3.039	4	0.7	-3	7	1	38.84	2.319	4	0.8	-4	8	2	48.74	1.868	4	0.5
-5	1	2	29.51	3.027	4	2.8	-7	3	1	38.97	2.311	4	0.2	3	9	0	48.92	1.862	4	1.2
-3	5	1	29.79	2.999	4	9.5	2	4	2	39.34	2.290	4	0.6	-9	3	2	49.06	1.857	4	0.6
3	3	1	29.92	2.986	4	1.3	5	3	1	39.59	2.276	4	0.4	-4	0	4	49.22	1.851	2	0.7
0	6	0	29.93	2.985	2	2.0	6	4	0	39.67	2.272	4	1.2	-5	1	4	49.69	1.835	4	1.0
1	5	1	30.05	2.973	4	26.4	-6	0	3	39.89	2.260	2	0.7	-7	5	3	49.97	1.825	4	0.8

Lampiran 3. Data JCPDS TiO<sub>2</sub> Anatase (Standar)

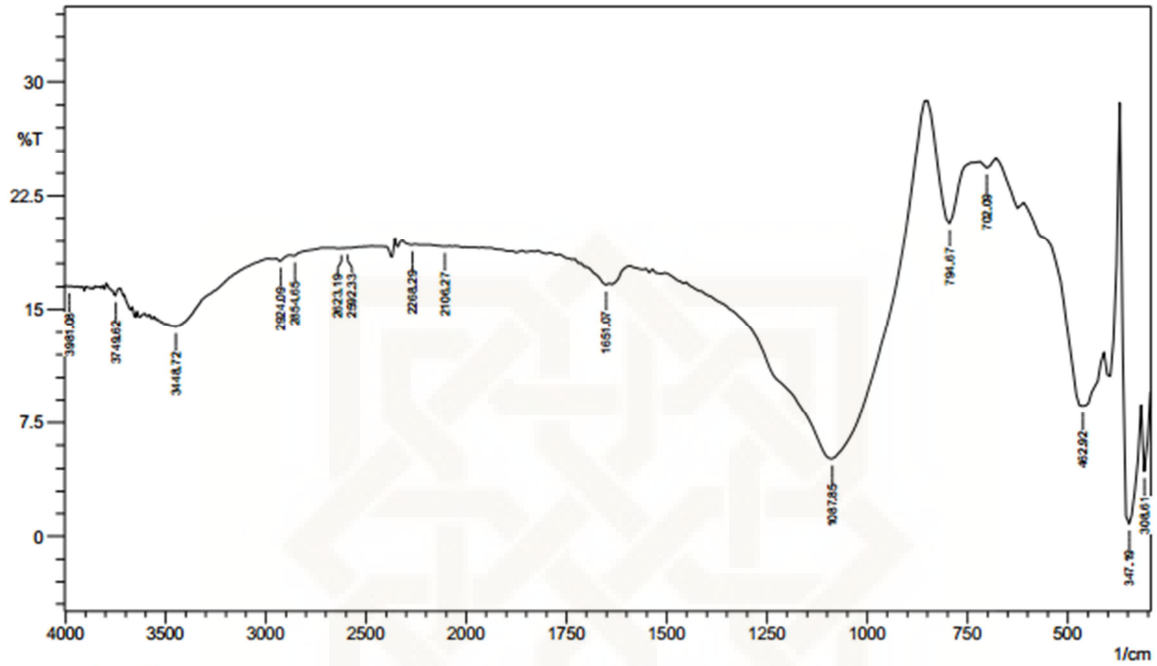
Activat  
Go to Sett

## Lampiran 4. Data Karakterisasi FT-IR Zeolit Alam

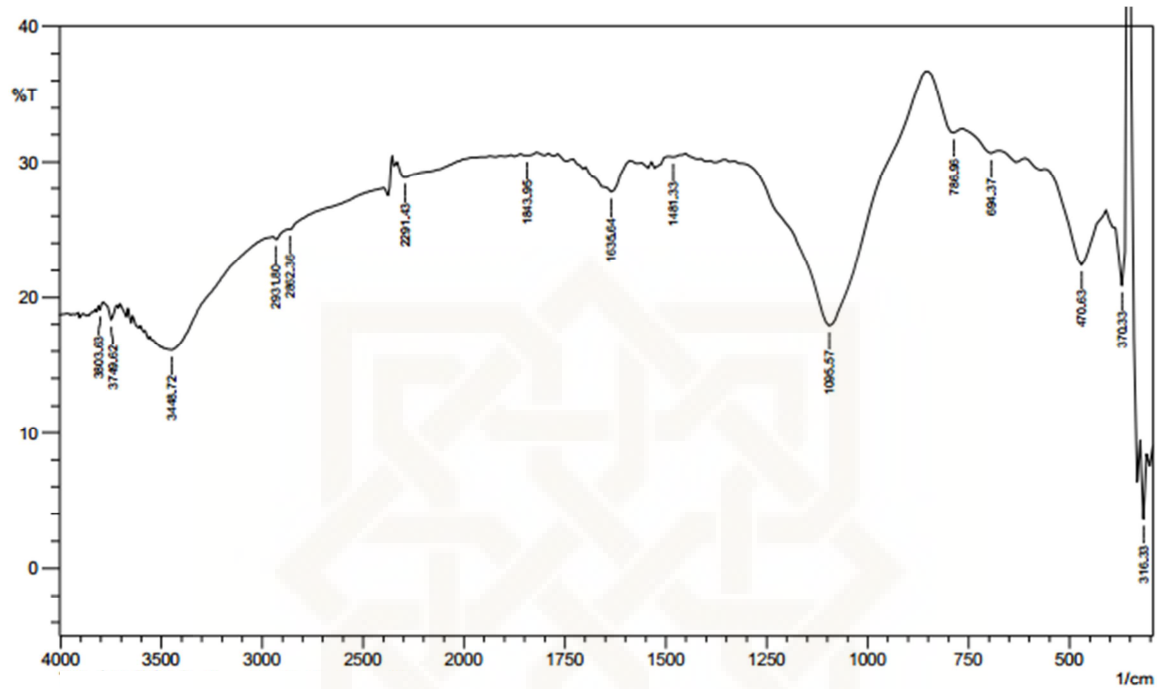


	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	308.61	18.621	13.947	316.33	300.9	9.843	1.846
2	354.9	3.502	21.367	362.62	339.47	23.338	10.449
3	462.92	11.419	9.753	663.51	401.19	185.372	20.662
4	794.67	31.886	3.789	833.25	763.81	32.56	1.44
5	879.54	29.845	1.844	887.26	840.96	21.786	0.51
6	1041.56	5.786	23.063	1327.03	894.97	351.597	114.499
7	1427.32	23.401	4.999	1581.63	1334.74	140.723	7.431
8	1635.64	27.23	4.901	1766.8	1589.34	91.234	5.016
9	2368.59	34.805	1.92	2453.45	2353.16	44.374	0.648
10	2515.18	36.025	0.425	2561.47	2468.88	40.756	0.183
11	2569.18	36.366	0.037	2708.06	2561.47	64.142	0.036
12	2862.36	35.789	0.239	2885.51	2715.77	74.536	0.086
13	2924.09	35.343	0.41	2947.23	2893.22	24.219	0.122
14	3433.29	21.233	4.715	3556.74	2993.52	317.072	14.756
15	3626.17	23.092	1.697	3726.47	3603.03	72.115	1.133

## Lampiran 5. Data Karakterisasi FT-IR Zeolit Aktivasi



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	308.61	4.279	4.662	316.33	293.18	27.807	3.842
2	347.19	0.781	16.058	370.33	324.04	73.929	28.471
3	462.92	8.592	5.423	609.51	416.62	164.283	11.158
4	702.09	24.303	0.519	717.52	678.94	23.508	0.196
5	794.67	20.653	6.324	848.68	725.23	77.299	6.145
6	1087.85	5.105	19.479	1496.76	856.39	593.198	176.502
7	1651.07	16.57	1.428	1728.22	1597.06	99.96	2.357
8	2106.27	19.11	0.033	2245.14	2083.12	116.245	0.043
9	2268.29	19.201	0.098	2314.58	2252.86	44.15	0.122
10	2592.33	18.996	0.009	2600.04	2468.88	94.417	0.024
11	2623.19	18.973	0.028	2669.48	2600.04	50.105	0.027
12	2854.65	18.478	0.078	2870.08	2708.06	117.572	0.026
13	2924.09	18.147	0.226	2947.23	2885.51	45.503	0.142
14	3448.72	13.843	1.378	3556.74	2985.81	455.451	6.885
15	3749.62	15.891	0.504	3788.19	3734.19	42.714	0.345
16	3981.08	16.498	0.012	4004.22	3973.36	24.146	0.004

Lampiran 6. Data Karakterisasi FT-IR Komposit TiO<sub>2</sub>-Zeolit

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	316.33	3.564	17.459	347.19	293.18	59.306	17.053
2	370.33	20.847	37.631	408.91	354.9	29.974	12.056
3	470.63	22.395	4.905	555.5	416.62	82.835	5.054
4	694.37	30.622	0.49	763.81	678.94	42.721	0.214
5	786.96	32.106	1.138	848.68	771.53	36.522	0.649
6	1095.57	17.888	15.13	1303.88	856.39	263.739	49.086
7	1481.33	30.339	0.086	1496.76	1458.18	19.945	0.023
8	1635.64	27.736	2.362	1728.22	1589.34	74.868	2.481
9	1843.95	30.444	0.182	1859.38	1820.8	19.884	0.072
10	2291.43	28.826	1.2	2330.01	1982.82	184.368	3.595
11	2862.36	25.008	0.059	2870.08	2399.45	269.407	0.018
12	2931.8	24.285	0.294	2947.23	2870.08	46.89	0.144
13	3448.72	16.05	2.95	3579.88	2954.95	438.916	13.792
14	3749.62	18.307	1.148	3788.19	3726.47	44.506	0.649
15	3803.63	18.883	0.49	3834.49	3795.91	27.658	0.086

## Lampiran 7. Data Analisis XRF Zeolit Alam

## 1. Komposisi Senyawa

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO <sub>2</sub>	14	65.56%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
CaO	20	16.12%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13	11.04%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26	3.97%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
K <sub>2</sub> O	19	1.44%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
TiO <sub>2</sub>	22	0.59%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	0.40%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
Cl	17	0.38%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
SO <sub>3</sub>	16	0.26%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
MnO	25	0.07%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
SrO	38	0.07%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
ZrO <sub>2</sub>	40	0.03%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
ZnO	30	0.01%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24	0.01%	Fit spectrum	Cr KA1/EQ20

## 2. Komposisi Logam

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	46.81%	Chem. bindings	
Si	14	30.65%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Ca	20	11.52%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
Al	13	5.84%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
Fe	26	2.77%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
K	19	1.19%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Cl	17	0.38%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
Ti	22	0.36%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
P	15	0.18%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
S	16	0.10%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Mn	25	0.06%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20
Sr	38	0.06%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Zr	40	0.02%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Zn	30	0.01%	Fit spectrum	Zn KA1/EQ20

## Lampiran 8. Data Analisis XRF Zeolit Aktivasi

## 1. Komposisi Senyawa

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO <sub>2</sub>	14	83.73%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13	8.31%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
CaO	20	4.78%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
K <sub>2</sub> O	19	1.04%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26	0.88%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Cl	17	0.41%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
SO <sub>3</sub>	16	0.34%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
TiO <sub>2</sub>	22	0.30%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
SrO	38	0.08%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
ZrO <sub>2</sub>	40	0.03%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
MnO	25	0.02%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20

## 2. Komposisi Logam

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	50.67%	Chem. bindings	
Si	14	39.14%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Al	13	4.40%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
Ca	20	3.42%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
K	19	0.87%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Fe	26	0.62%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Cl	17	0.41%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
Ti	22	0.18%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
S	16	0.14%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Sr	38	0.07%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Zr	40	0.02%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Mn	25	0.02%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20



Lampiran 9. Data Analisis XRF Komposit TiO<sub>2</sub>-Zeolit

## 1. Komposisi Senyawa

Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
SiO <sub>2</sub>	14	75.41%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
TiO <sub>2</sub>	22	9.84%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13	7.51%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
CaO	20	4.13%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
K <sub>2</sub> O	19	0.92%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26	0.86%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	0.49%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
Cl	17	0.36%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
SO <sub>3</sub>	16	0.31%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
SrO	38	0.07%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
ZrO <sub>2</sub>	40	0.02%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
MnO	25	0.01%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20

## 2. Komposisi Logam

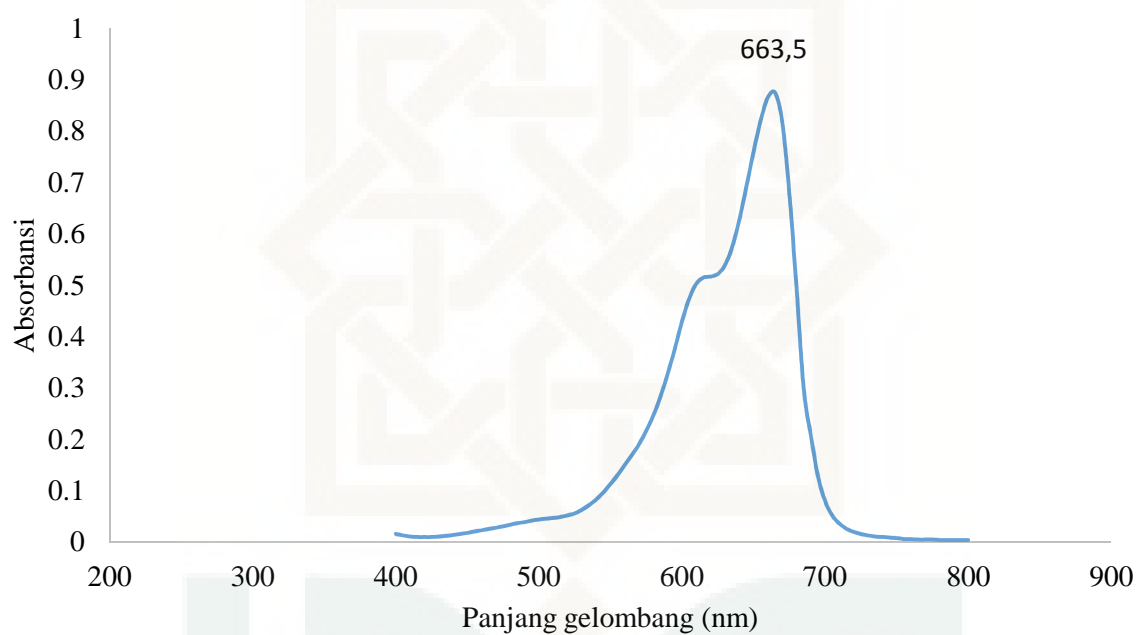
Formula	Z	Concentration	Status	Line 1
O	8	49.72%	Chem. bindings	
Si	14	35.25%	Fit spectrum	Si KA1/EQ20
Ti	22	5.90%	Fit spectrum	Ti KA1/EQ20
Al	13	3.98%	Fit spectrum	Al KA1/EQ20
Ca	20	2.95%	Fit spectrum	Ca KA1/EQ20
K	19	0.77%	Fit spectrum	K KA1/EQ20
Fe	26	0.60%	Fit spectrum	Fe KA1/EQ20
Cl	17	0.36%	Fit spectrum	Cl KA1/EQ20
P	15	0.21%	Fit spectrum	P KA1/EQ20
S	16	0.12%	Fit spectrum	S KA1/EQ20
Sr	38	0.06%	Fit spectrum	Sr KA1/EQ20
Zr	40	0.02%	Fit spectrum	Zr KA1/EQ20
Mn	25	0.01%	Fit spectrum	Mn KA1/EQ20

## Lampiran 10. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru

### a. Cara Kerja

Larutan metilen biru diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm, sehingga diperoleh panjang gelombang maksimumnya.

### b. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru



## Lampiran 11. Pembuatan Kurva Standar Metilen Biru

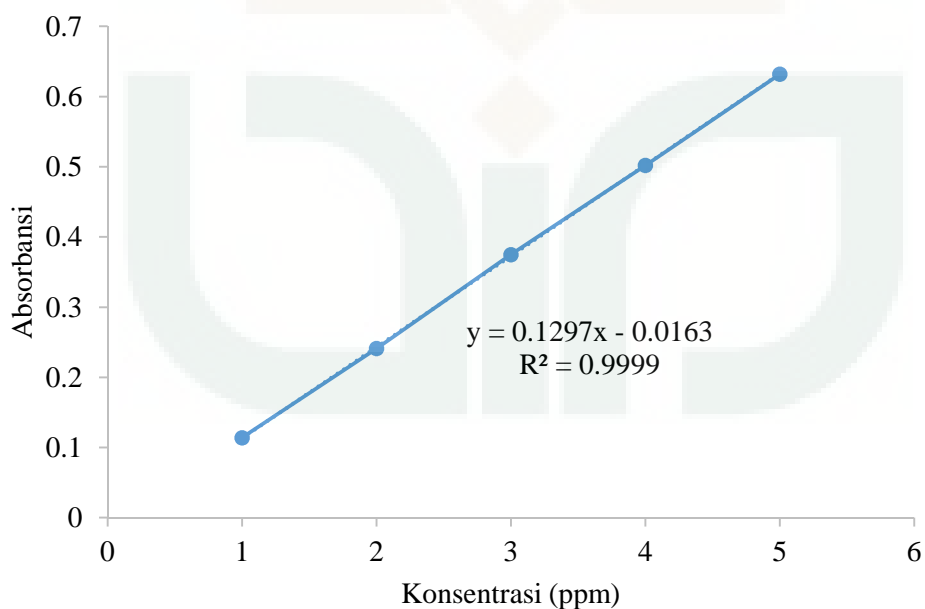
## a. Cara Kerja

Larutan induk metilen biru 500 mg/L dibuat variasi konsentrasi 1 mg/L, 2 mg/L, 3 mg/L, 4 mg/L dan 5 mg/L. Kemudian masing-masing larutan metilen biru tersebut diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yaitu 663,5 nm, sehingga diperoleh kurva standar.

## b. Data Kurva Standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,114
2	0,241
3	0,375
4	0,502
5	0,632

## c. Kurva Standar Metilen Biru



## Lampiran 12. Hasil Fotodegradasi Larutan Metilen Biru Variasi Waktu

## a. Data Hasil

Waktu (menit)	Absorbansi			% Degradasi		
	komposit +UV	komposit tanpa UV	ZH +UV	komposit +UV	komposit tanpa UV	ZH +UV
30	0,338	0,592	0,638	86,28	76,43	74,65
60	0,303	0,586	0,616	87,63	76,66	75,5
90	0,25	0,462	0,503	89,69	81,47	79,88
120	0,186	0,302	0,432	92,17	87,67	82,63
150	0,2	0,404	0,494	91,63	83,72	80,23
180	0,192	0,496	0,586	91,94	80,15	76,74

## b. Perhitungan

## 1) Konversi absorbansi ke konsentrasi dengan metode kurva standar

Persamaan garis kurva standar metilen biru:

$$y = ax + b$$

$$y = 0,129x - 0,016$$

$$\text{Konsentrasi (C)} = \frac{A - b}{a}$$

Contoh perhitungan:

$$C = \frac{0,338 + 0,016}{0,129} = 2,74 \text{ ppm}$$

## 2) Perhitungan % degradasi

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Contoh perhitungan:

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{20 \text{ ppm} - 2,73 \text{ ppm}}{20 \text{ ppm}} \times 100\% = 86,28 \%$$

## CURRICULUM VITAE

### **Identitas Diri**

Nama Lengkap : Deci Siti Nurhalimah  
Tempat & Tanggal Lahir : Garut, 29 Desember 1993  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat Asal : Pangantingan Rt/Rw - 02/01 Ds. Jangkurang, Kec. Leles,  
Kab. Garut, Jawa Barat  
Alamat di Yogyakarta : Ampel 9C Papringan, Yogyakarta  
Nama Ayah : Ade Suparman  
Nama Ibu : Ranci Nurnalawati  
Nomor Telepon : 0895869399323  
Alamat E-mail : lucymarrafa@gmail.com

### **Riwayat Pendidikan**

2007-2010 SMA YKBBB Leles  
2004-2007 SMP Negeri 1 Kadungora  
1998-2004 SDN Jangkurang III Leles