

**UJI FOTODEGRADASI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE*
MENGUNAKAN TiO_2 -ZEOLIT DENGAN PERLAKUAN AERASI
SEDERHANA**

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



**SISMIYATI
12630038**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**POGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B.1757/Un.02/DST/PP.05.3/05/2017

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylene Blue* Menggunakan TiO₂-Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Sismiyati
NIM : 12630038
Telah dimunaqasyahkan pada : 18 Mei 2017
Nilai Munaqasyah : A-
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, 30 Mei 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Murtoto, M.Si.
NIP. 19691215 200003 1 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : 1 bendel skripsi

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 : Sismiyati
NIM : 12630038
Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Menggunakan TiO_2 -Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana

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, 13 April 2017

Pembimbing

Pedy Artsanti, M.Sc.

Khamidinal, M.Si

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Sismiyati

NIM : 12630038

Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Menggunakan
TiO₂-Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana

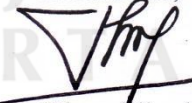
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Yogyakarta, 25 Mei 2017

Konsultan,



Khamidinal, M.Si

NIP. 19691104200003 1 002

Dr.Imelda Fajriati, M.Si

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

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 : Sismiyati
NIM : 12630038
Judul Skripsi : Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Menggunakan
TiO₂-Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana

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, 25 Mei 2017

Konsultan,



Dr. Imelda Fajriati, M.Si

NIP.: 19750725 200003 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sismiyati

NIM : 12630038

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* menggunakan TiO_2 -Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana**” 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, 13 April 2017



Sismiyati
NIM.: 12630038

MOTTO

”Barang siapa yang ingin mutiara,
harus berani terjun di lautan yang dalam”
(Ir. Soekarno)

“Jalani setiap tapak kakimu atas ridho-Nya, tetaplah tersenyum disetiap rintanga yang
menerpa, berjuanglah sampai titik akhir lelahmu dan
serahkan sisanya kepada Allah swt.”
(Luthfi)

*Satisfaction lies in the effort rather than on achieving results.
Trying hard is a big win*
(Mahatma Gandhi)

“wa maa ladzatu Illaa ba'dat ta'bi”

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah

swt. atas segala rahmat dan hidayat-Nya

Kupesembahkan karya ini untuk

Bapak , Ibu dan saudaraku tercinta

untuk almamaterku,

Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah segala puji bagi *Rabbul 'alamin* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Uji Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* menggunakan TiO_2 -Zeolit Dengan Perlakuan Aerasi Sederhana”** 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 terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Bapak 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. Bapak Irwan Nugraha, M. Sc., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
4. Ibu Pedy Artsanti, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi

ini dapat berjalan dengan lancar.

6. Kedua orang tua dan kakak penyusun yang senantiasa mendoakan penyusun dan memberikan dukungan moril maupun material yang tidak ternilai besarnya.
7. Sahabatku Iik, Umi, Eka, dan Arina yang selalu ada dalam suka dan duka penyusun dari awal kuliah.
8. Angga, Farik, Mas Burhan, Afin, Alfi, Rizky, mas Anis, Imam, Hani, Laila, Yuni, Zahra, Vava, Zee, Kasyani, Alvi, Mbak Lely, Mbak Endah terimakasih atas bantuan, kerjasama dan kebersamaan yang diberikan kepada penyusun.
9. Keluarga besar kimia 2012 UIN Sunan Kalijaga yang selalu memberi dukungan kepada penyusun.
10. Mbak Isti, Teteh Rina, Irma, Ari dan seluruh keluarga kos Hikaru 17, terimakasih telah memberikan motivasi dan menjadi keluarga kedua bagi penyusun.
11. Semua pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penyusun harapkan. Penyusun berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 1 Juni 2017

Sismiyati
12630038

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan teori	7
1. Zeolit	7
2. Zeolit alam.....	8
3. Fotodegradasi	9
4. Aerasi	13
5. Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	14
6. <i>X-ray Diffraction</i> (XRD)	15
7. <i>Fourier Transmission Infra Red</i> (FT-IR)	18
8. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
B. Alat-alat Penelitian.....	21
C. Bahan Penelitian	22
D. Cara Kerja Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Luas Permukaan Zeolit	27
B. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	28
C. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	31
D. Karakterisasi Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	35
E. Uji Fotodegradasi	36

1. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Fotodegradasi Larutan <i>Methylen Blue</i>	36
2. Pengaruh Aerasi Terhadap Fotodegradasi Larutan <i>Methylen Blue</i> ..	39
a. Fotodegradasi Larutan Zat Warna <i>Methylene Blue</i> dengan Variasi Waktu Aerasi.....	39
b. Fotodegradasi Larutan Zat Warna <i>Methylene Blue</i> Pada Konsentrasi Tinggi.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur dasar zeolit	7
Gambar 2.2. Struktur mordenit (a) dan klinoptilolit (b) sebagai komponen utama zeolit alam Indonesia	8
Gambar 2.3. Proses Fotokatalisis	12
Gambar 2.4. Struktur zat warna <i>Methylene Blue</i>	15
Gambar 2.5. Difraksi sinar-x	16
Gambar 4.1. Difraktogram (a) ZA (b) ZH	29
Gambar 4.2. Difraktogram (a) TiO_2 (b) komposit TiO_2 -zeolit	31
Gambar 4.3. Spektra FT-IR (a) ZA (b) ZH	33
Gambar 4.4. Spektra FT-IR (a) ZH (b) komposit TiO_2 -zeolit	35
Gambar 4.5. Kurva hubungan waktu kontak terhadap persentase pengurangan pengurangan zat warna <i>Methylene Blue</i>	36
Gambar 4.6. Kurva hubungan waktu kontak terhadap persentase degradasi zat warna <i>Methylene Blue</i>	38
Gambar 4.7. Kurva hubungan waktu aerasi terhadap pengurangan konsentrasi zat warna <i>Methylene Blue</i>	40
Gambar 4.8. Spektra absorbansi UV-Vis Larutan <i>Methylene Blue</i>	41
Gambar 4.9. Tabel hubungan konsentrasi dengan presentase pengurangan konsentrasi zat warna <i>Methylene Blue</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel luas permukaan zeolit alam (ZA) dan zeolit teraktivasi asam (ZH).....	27
Tabel 4.2. Interpretasi spektra IR dan jenis vibrasi dari Zeolit alam (ZA) dan Zeolit teraktivasi asam (ZH)	32
Tabel 4.3. Hasil analisis kandungan Ti pada Zeolit dan TiO ₂ -zeolit dengan XRF.....	35



ABSTRAK

UJI FOTODEGRADASI ZAT WARNA *METHYLENE BLUE* MENGUNAKAN TiO₂-ZEOLIT DENGAN PERLAKUAN AERASI SEDERHANA

Oleh:

Sismiyati
12630038

Dosen Pembimbing: Pedy Artsanti, M.Sc

Telah dilakukan sintesis komposit TiO₂-Zeolit, karakterisasi serta uji fotodegradasi zat warna *Methylen Blue* dengan perlakuan aerasi secara difusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan aerasi terhadap fotodegradasi zat warna *Methylen Blue*.

Komposit TiO₂-Zeolit dibuat melalui proses aktivasi zeolit alam menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) 0,5 M sebagai pengemban TiO₂. Pengembanan TiO₂ pada zeolit teraktivasi menggunakan pelarut etanol dengan perbandingan TiO₂: zeolit: etanol sebesar 40:2:40. Karakterisasi material menggunakan XRD, FT-IR dan XRF dan penentuan luas permukaan zeolit ditentukan menggunakan metode penyerapan *Methylene Blue*. Uji fotodegradasi zat warna *Methylen Blue* dilakukan pada variasi waktu kontak dengan sinar UV dan dengan perlakuan aerasi.

Hasil penentuan luas permukaan zeolit dengan metode penyerapan *Methylene Blue* didapatkan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan serbuk zeolit alam Nglipar Wonosari tanpa teraktivasi yaitu sebesar 62,0805 m²/g, sedangkan pada zeolit alam sebesar 48,7269 m²/g. Berdasarkan data XRF, keberhasilan dari pengembanan TiO₂ pada zeolit ditandai dengan meningkatnya kandungan Ti setelah pengkompositan pada zeolit teraktivasi asam sebesar 7,88%. Waktu kontak sinar UV optimum untuk fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* didapatkan selama 90 menit dengan persentase pengurangan sebesar 99,83%. Perlakuan aerasi secara difusi selama 30 menit dapat meningkatkan fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* sebesar 3-4%.

Kata Kunci: Komposit TiO₂-Zeolit, Fotodegradasi, *Methylene Blue*, Aerasi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Zat warna (*dyes*) adalah bahan yang tidak lepas dari proses industri tekstil. Selama ini industri tekstil memiliki ranking tertinggi untuk penggunaan zat warna. Lebih dari 100.000 pewarna yang tersedia secara komersial dengan perkiraan setiap tahunnya diproduksi lebih dari 70.000 ton, dimana 15% yang hilang selama proses pewarnaan akan menjadi limbah dan banyak ditemukan dalam aliran limbah industri. Proses pewarnaan dalam industri tekstil menggunakan pewarna seperti *Methylene Blue* dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini menjadi permasalahan yang sangat serius bagi kesehatan manusia dan bahkan menjadi ancaman bagi ekosistem air (Khetae, 2010). Zat warna *Methylene Blue* merupakan zat warna dasar yang penting dalam proses pewarnaan pada industri tekstil. Akan tetapi penggunaan zat warna *Methylene Blue* sangat berbahaya jika mengenai kulit, mengenai mata dan tertelan. Dampak yang terjadi dapat berupa iritasi pada kulit, mata, saluran pencernaan dan bahaya kanker hati.

Mengingat pentingnya industri tekstil sebagai penghasil devisa negara dan perlunya perlindungan lingkungan, maka diperlukan adanya teknologi pengolahan limbah tekstil yang handal. Metode-metode penanggulangan limbah yang sering dilakukan adalah metode adsorpsi, biodegradasi, serta metode kimia seperti klorinasi dan ozonisasi. Metode-metode tersebut cukup efektif dalam menanggulangi limbah

namun metode tersebut memerlukan biaya operasional yang sangat besar. Selain metode tersebut, metode seperti koagulasi kombinasi, oksidasi elektrokimia, flokulasi, osmosis balik, dan adsorpsi menggunakan karbon aktif juga sering digunakan. Akan tetapi, metode-metode tersebut juga memiliki banyak kelemahan yaitu munculnya masalah baru seperti dihasilkannya fasa baru yang mengandung polutan yang lebih terkonsentrasi (Wijaya dkk., 2006).

Di antara metode-metode yang ada fotodegradasi merupakan metode alternatif yang relatif murah dan mudah diterapkan. Metode ini memerlukan bahan semikonduktor antara lain TiO_2 , ZnO , atau Fe_2O_3 serta radiasi sinar ultraviolet (UV). TiO_2 adalah katalis semikonduktor yang mempunyai energi gap relatif besar (3,0-3,2 eV) yang cocok digunakan untuk fotokatalis, tidak beracun, dan harganya terjangkau (Joshi dan Shirivastva, 2010). Aktifitas fotokatalitik TiO_2 dapat ditingkatkan dengan cara diembankan pada zeolit alam yang telah teraktivasi asam untuk memperoleh sifat khas yang jauh lebih baik dalam mendegradasi zat organik. Zeolit dipilih sebagai pengemban TiO_2 karena struktur kristalnya berpori dan memiliki luas permukaan yang besar, tersusun oleh kerangka silika-alumina, memiliki stabilitas termal yang tinggi, harganya murah serta ketersediannya cukup melimpah. Kombinasi ini dapat meningkatkan kemampuan zeolit yaitu selain adsorpsi juga mampu mendegradasi limbah secara fotokatalitik (Utubira dkk., 2006).

Fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* pada penelitian ini juga dioptimalkan dengan perlakuan awal berupa aerasi secara difusi yaitu sejumlah udara dialirkan ke

dalam air limbah melalui *diffuser*. Udara yang masuk ke dalam air limbah nantinya akan berbentuk gelembung-gelembung (*bubbles*). Gelembung yang terbentuk dapat berupa gelembung halus (*fine bubbles*) atau kasar (*coarse bubbles*) (McWhirter dkk., 1989). Munculnya gelembung-gelembung udara menyebabkan adanya peningkatan jumlah oksigen terlarut didalam air. Oksigen sangat berperan dalam proses fotodegradasi sebagai penghasil radikal superoksida yang berfungsi sebagai pengoksidasi limbah zat warna, sehingga dengan adanya aerasi maka diharapkan radikal superoksida yang terbentuk semakin banyak dan meningkatkan fotodegradasi zat warna *Methylene Blue*.

B. Batasan Masalah

1. Zeolit alam yang berasal dari daerah Nglipar, Wonosari
2. Asam yang digunakan untuk aktivasi zeolit adalah H_2SO_4 0,5 M
3. TiO_2 yang digunakan adalah TiO_2 dari *Merck*
4. Karakterisasi komposit TiO_2 -Zeolit menggunakan FT-IR, XRD dan XRF

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan luas permukaan zeolit alam dan zeolit teraktivasi asam dengan penentuan menggunakan metode penyerapan *Methylene Blue*?
2. Bagaimana karakterisasi komposit TiO_2 -Zeolit dengan FT-IR, XRD dan XRF?

3. Bagaimana waktu optimum dari TiO_2 -Zeolit dalam proses fotodegradasi zat warna *Methylene Blue*?
4. Bagaimana pengaruh aerasi terhadap fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* menggunakan TiO_2 -Zeolit?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbedaan luas permukaan zeolit alam dan zeolit teraktivasi asam dengan penentuan menggunakan metode penyerapan *Methylene Blue*
2. Mengetahui karakteristik komposit TiO_2 -Zeolit
3. Mengetahui waktu optimum dari TiO_2 -Zeolit dalam proses mendegradasi zat warna *Methylene Blue*
4. Mengetahui pengaruh aerasi terhadap fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* menggunakan TiO_2 -Zeolit

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Menambah pengetahuan dan wawasan tentang pengolahan limbah cair zat warna tekstil dengan menggunakan teknik aerasi dan fotodegradasi.

2. Bagi Instansi Terkait

Memberi informasi mengenai potensi metode pengolahan limbah dengan metode aerasi dan fotodegradasi sebagai salah satu alternatif cara pengolahan limbah cair zat warna tekstil.

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 penentuan luas permukaan zeolit menggunakan metode penyerapan *Methylene Blue* diperoleh serbuk zeolit teraktivasi H_2SO_4 dengan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan serbuk zeolit alam Nlipar Wonosari tanpa teraktivasi yaitu sebesar $62,0805 \text{ m}^2/\text{g}$, sedangkan pada zeolit alam sebesar $48,7269 \text{ m}^2/\text{g}$.
2. Hasil karakterisasi material menggunakan XRD menunjukkan bahwa jenis mineral yang digunakan pada material zeolit yaitu mordenit. Pada FTIR menunjukkan keberhasilan pengembunan TiO_2 pada zeolit dengan ditandai munculnya puncak dan gugus fungsi pada karakterisasi FTIR, sedangkan pada XRF ditunjukkan dengan meningkatkan kandungan Ti pada zeolit teraktivasi asam sebesar 7,88%.
3. Waktu kontak sinar UV optimum untuk fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* yaitu selama 90 menit dengan persentase pengurangan konsentrasi sebesar 99,83%.

4. Aerasi secara difusi selama 30 menit menggunakan komposit TiO_2 -Zeolit 75 mg hanya dapat meningkatkan fotodegradasi zat warna *Methylene Blue* pada konsentrasi tinggi sebesar 3-4%.

B. Saran

Perlu dilakukan analisis menggunakan GC/MS ataupun HPLC untuk mengetahui produk hasil penguraian senyawa zat warna *Methylene Blue* serta perlu dilakukan penambahan oksigen sebagai pembanding metode aerasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abonen, P. 2001. *Aerosol Production And Crystalization Of Titanium Dioxide From Metal Alkoxide Droplet*. Technical Research Centre. Finland
- Agusriyanti, S. dan Pedy, A. 2015. *Pemanfaatan Zeolit Alam Ciamis Sebagai Pengembangan Fotokatalis TiO_2 untuk Fotodegradasi Zat Warna Rhodamin B*. J. Sains Dasar 2015 4 (1) 92-99 . Universitas Negeri Yogyakarta
- Andarini, R. N., Wardhani, S., dan Khunur, M. M. 2013. *Fotodegradasi Zat Warna Jingga Metil Menggunakan TiO_2 -Zeolit Dengan Penambahan Anion Anorganik NO_3^-* . *Kimia.student journal*, vol. 1, no. 1, pp. 98-104 Universitas Brawijaya Malang
- Andari, N. D. dan Wardhani, S. 2014. *Fotokatalis TiO_2 -Zeolit untuk Degradasi Metilen Biru*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya. Chem. Prog. Vol. 7, No.1.
- 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).
- Arutanti, O. 2009. *Penjernihan Air Dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada Permukaan Titanium Dioksida (TiO_2)*. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. ISSN 1979-0880.
- Atkins. 1990. *Kimia Fisik Jilid 1 Edisi Keempat*. Diterjemahkan oleh Irma I. Kartohadiprojo, Jakarta: Erlangga.
- Batista, A.P. L., Carvalho, H. W., Luz, G. H. P., Martins, P. F. Q., Goncalves, M., Oliveira, L. C. A. O. 2010. Preparation of CuO/SiO_2 and Photocatalytic Activity by Degradation of Methylene Blue. *Environ Chem Lett*, (8), 63-67.
- Breck, D.W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Chemistry, and Use*. John Wiley & Sons. New York.
- Castellote, M., dan Bengtsson N. 2011. *Principles of TiO_2 Photocatalysis*. Application of Titanium Dioxide Photocatalysis to Construction Materials. Vol. 5: 5-10.

- Chamidah, T. A. dan Pedy, A. 2016. *Peningkatan Efektifitas Fotodegradasi Congo Red Menggunakan Komposit TiO₂-Zeolit Dengan Aerasi Sederhana*. Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY.
- Chang, R. 1998. *Chemistry Sixth Edition*. Boston; Mc Graw- Hill
- Cheetam, D. A. 1992. *Solid State Compound*. Oxford university press.234-237
- Cotton, F. A., Wilkinson, G., Murill, C. A., dan Bochmann, M. 1999. *Advanced Inorganic Chemistry*. 6th ed, John Willey and Sons Inc, Van Couver.
- Dann, S. E. 2000. *Reaction and Characterization of Solids*. RSC. Cambridge Arya
- Dony, N., Azis, H., dan Syukry. 2013. *Sudy Fotodegradasi Biru Metilen di Bawah Sinar Matahari Oleh ZnO-SnO₂ yang Dibuat Dengan Metoda Solid State Reaction*. Prosiding seminar FMIPA Universitas Lampung, 297-303.
- Ertan, A. dan Ozkan. 2005. *CO₂ and N₂ Adsorption on the Acid (HCl, HNO₃, H₂SO₄, and H₃PO₄) Treated Zeolites*. Adsorption, Vol 11, 151-156
- Ewing, G. W. 1985. *Instrumental Method of Chemical Analysis*. Singapore: McGraw-Hill Inc.
- Fatimah, I. dan Wijaya, K. 2005. *Sintesis TiO₂/Zeolit Sebagai Fotokatalisis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi*. TEKNOIN, Vol.10, No.4, 257-267.
- Fatimah, I., Sugiharto, E.,Wijaya, K., Tahir, I., dan Kamalia. 2006. *Titan Dioksida Terdispersi Pada Zeolit Alam (TiO₂/Zeolit) dan Aplikasinya untuk Fotodegradasi Congo Red*. Indonesia Journal of Chemistry, Vol.6, No.1,138-42.
- Fatimah, D. 2010. *Pengolahan Mineral Tekto-Silikat Alam untuk Substitusi Impor Sediaan Bahan Baku Farmasi: Rekayasa Bantuan Sebagai Basis Material Anti Septik Melalui Penanaman Inhibitor dengan Metode Kontinyu*. Laporan Akhir. Pusat Penelitian Geoteknologi, LIPI
- Fransisco, R.Valenzuela, D. Persio. and de Souza, S. 2001. *Studies on The Acid Activation of Brazilian Smectitic Clays*. Quim. Nov. vol, 24. No. 3. 345-353
- Gandjar, I, G dan Abdul, R. 2007. *Kimia Analisis Farmasi*. Yogyakarta.: Pustaka Pelajar

- Gantri, D. 2012. *Modifikasi Zeolit Alam Dengan Polianilin (PANI) Sebagai Adsorben Ion Logam Berat*. Skripsi. FMIPA Program Studi Kimia. Universitas Indonesia. Tangerang
- Guisnet, M. dan Gilson, J. P. 2002. *Zeolites For Cleaner Technologies, Catalytic Science Series-vol 3*, London: Imperial College Press
- Gustavsson, A., dan Schuler E.. 2010. Solar Photocatalytic Degradation of Rhodamine B by TiO₂ Nanoparticle Composites. Thesis. Physics of Materials and Biological Systems Radiation Physics, University of Gothenburg.
- Hasibuan, R. A. 2012. *Modifikasi Zeolit Alam Dengan TiO₂ Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok
- Herald, E., Hisyam, SW., dan Sulistiyono. 2003. *Characterization and Activation of Natural Zeolite From Ponorogo*, Indonesian J. Chem. 3 (2)
- Hoffman, M. R., Martin, S. T., Choi, W., dan Bahnemann, D. W. 1995. *Environment Application of Semiconductor Photocatalysis*. J, Chem. Rev., 95. 1.69-96.
- Kabra, K., Chaundry, R and Sauhney, R. L. 2004. *Treatment Of Hazardous Organic And Inorganic Compounds Through Aqueous-phase Photocatalysis: A Review*. Ind eng. Chem. Rev. No. 24. Vol. 40. 7683-7696
- Khetaee, A. R. dan Kasiri, M. B. 2010. *Photocatalyst Degradation of Organik dyes in the Presence of nano structured titanium dioxide: influence of the chemical structure of dyes*. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 328 (2010) 8–26
- Khopkar, S. M. 1984. *Konsep Dasar Kimia Analitik (Terjemahan)*. Bombay : Analytical Laboratory Departement of Chemistry Indian Institute of Technology Bombay
- Joshi, K. M., Shirivastva, V. S. 2010. *Removal of Hazardious Textile dyes From Aqueous Solution by Using Commercial Activated Carbon With TiO₂ and ZnO as Photocatalyst*. International Journal of Chem Tech Research, (2), 427-435.
- Linsebigler, A. L, Guangquan, L. And Yates, J. T. 1995. *Photocatalysis On TiO₂ Surface: Principles, Mechamism and Selected Result*. Chem. Rev, 95, 735-758
- Lukman, T. 2015. *Pengaruh Kalsinasi Terhadap Pembentukan Zeolit dari Abu Dasar Batubara Melalui Peleburan-Hidrotermal untuk Adsorpsi Logam Cu(II)*. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta.

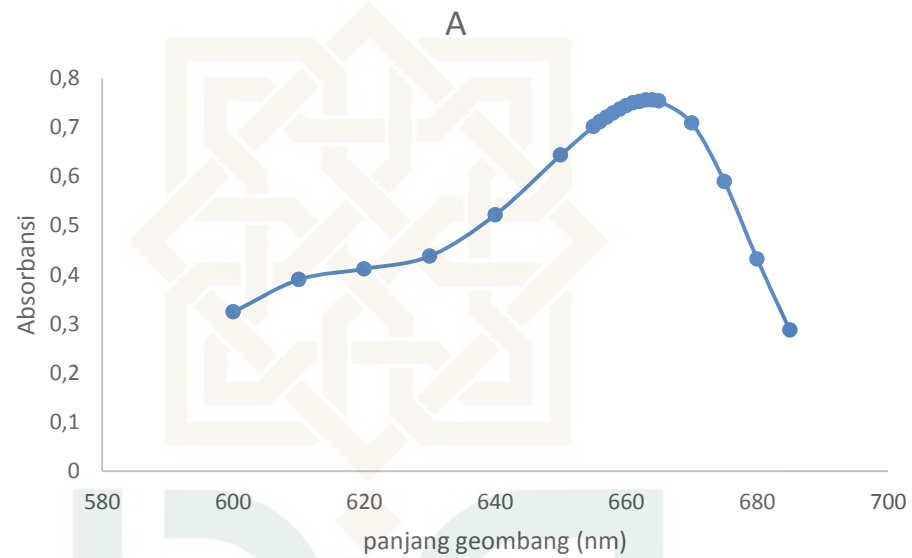
- McWhirter, J. R. dan Hutter, J. C. 1989. *Improved Oxygen Mass Transfer Modeling for Diffused/Subsurface Aeration Systems*. *AIChE J.*, 35, 1527
- Mills, A., dan Hunte S.L. 1997. *An overview of semiconductor photocatalysis. Journal of Photochemistry and Photobiology A-chemistry*. *J Photochem Photobiol A-Chem.* 108(1): 1-35.
- Ming Chern, J. dan Fu Yu, C. 1997. *Oxygen Transfer Modeling of Diffused Aeration System*. *Ind. Eng. Chem. Res.*, Vol. 36, No. 12. 5447-5453
- Mueller. J. A., Boyle. W. C., dan Popel. J. H. 2002. *Aeration: Principles and Practice*. CRC Press LCC. USA
- Munandar, A., Didik. K., Khamidinal, Pedy, A. 2014. Adsorpsi Logam Pb dan Fe Dengan Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat. *Seminar Nasional kimia dan Pendidikan Kimia VI UNS*
- Nadiroh. 2011. *Sintesa N-doped TiO₂/zeolit dan Uji Aktifitas Fotokatalisis terhadap Degradasi Congo Red*. Karya Utama Sarjana Kimia FMIPA UI. Depok
- Neppolian. B., et al. 2003. *Photocatalytic Degradation Of Reactive Yellow 17 Dye In Aqueous Solution In The Presence Of TiO₂ With Cement Binder*. *International Journal Of Photoenergy*. Vol. 5, pp. 45-49
- Nicolet, dan Thermo. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermo Nicolet Co.
- Palupi, dan Endang. 2006. *Degradasi Methylen Blue dengan Metoda Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO₂*. Skripsi Institut Pertanian Bogor
- Petkowicz, Ivan D., Brambilla, Rodrigo, Radtke, Claudio D.S., Silva, D.S., da Rocha, Zenis, N., Pergher, Sibeles B.C., dan Joao, H.Z. 2009. *Photodegradation of Methylene Blue by in situ Generated Titania Supported on a Na-Zeolit, Applied Catalysis A: General*, 357, 125-134.
- Qodri, A. A. 2011. *Fotodegradasi Zat Warna Remazol Yellow FG Dengan Fotokatalis Komposit TiO₂/SiO₂*. Skripsi, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Saksono, N. 2002. *Analisis Iodat dalam Bumbu Dapur Metode Iodometri dan X-Ray Florescence*. Vol. 6 No. 3. Depok: Universitas Indonesia.
- Santamarina J. C., Klein K. A., Wang Y. H., dan Prencke, E. 2002. *Specific Surface: Determination And Relevance //*. Canada: Canadian Geotechnical Journal.

- Saraswati, I. G. A. A., Diantariani. N. P., dan Surya. P. 2015. *Fotodegradasi Zat Warna Tekstil Congo Red Dengan Fotokatalis ZnO-Arang Aktif dan Sinar Ultraviolet (UV)*. Jurnal Kimia, 9 (2), 175-182
- Setyawan, D. 2002. *Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis dalam Jurnal Ilmu Dasar Vol. 3 No. 2, FMIPA UNEJ, Jember.*
- Skoog, O. A. 1985. *Principles of Instrumental Analysis. Edisi 3.* USA: Sounders Collage Publishing.
- Solikhah, Siti, dan Budi Utami. 2014. *Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimobilisasi Dithizon untuk Penyerapan Ion Logam Cu^{2+}* . FKIP UNS: Surakarta.
- Sugiharto. 2005. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Suyartono dan Husaini. 1991. *Tinjauan terhadap kegiatan penelitian karakterisasi dan pemanfaatan zeolit Indonesia yang dilakukan PPTM Bandung Periode 1890-1991*. Buletin PPTM. Bandung.
- Ramadhana, A., K., K., Wardhani, S., Purwonugroho, D. 2013. *Fotodegradasi Zat Warna Methyl Orange Menggunakan TiO_2 -Zeolit Dengan Penambahan Ion (25) Persulfat*. KIMIA.STUDENT JOURNAL, Vol. 1, No. 2, pp. 168-174 Universitas Brawijaya Malang
- Tan, Kim H. 1982. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Edisi Pertama, a.b. Goenadi, D.H., Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Trisunaryanti, W. 2006. *Kimia Zat Padat*, Buku Ajar Program Studi Kimia Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada.
- Utubira, Y., dkk. 2006. *Preparasi dan Karakterisasi TiO_2 -Zeolit serta Pengujiannya pada Degradasi Limbah Industri Tekstil Secara Fotokatalitik*. Indo. J. Chem, 2006, 6(3), 231-237
- Wahyuni, E. T. 2003. *Hand Out Metode Difraksi Sinar-X*. Yogyakarta: Laboratorium Kimia Analitik. FMIPA; Universitas Gajah Mada.
- West, A. R. 1984. *Solid State Chemistry and its Application*. New York: John Willey and Sons, Ltd.

- Wijaya, K., Sugiharto, E., Fatimah, I., Sudiono, S., dan Kurniaysih, D. 2006. *Utilisasi TiO_2 -Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red*, TEKNOIN, 11(3), 199-209.
- Yan, S. C., Li, Z. S., dan Zou, Z. G. 2010. *Photodegradation of Rhodamine B and Methyl Orange over Boron-Doped g-C₃N₄ under Visible Light Irradiation*. American Chemical Society.
- Yuanita, D. 2010. *Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam*, Prosiding Seminar Nasional Kimia

LAMPIRAN

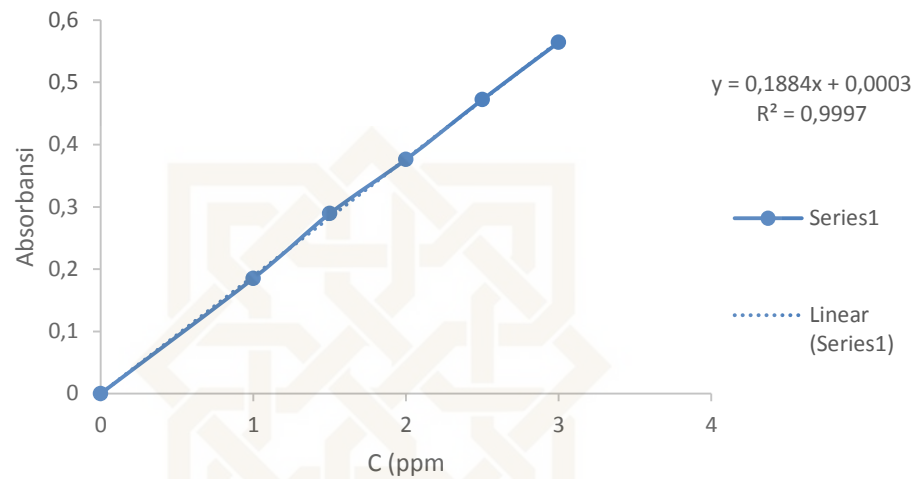
Lampiran 1. Grafik Panjang Gelombang Maksimum *Methylen Blue*



Lampiran 2. Tabel Data kurva standar

Panjang gelombang (nm)	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
664	0	0
664	1	0.185
664	1.5	0.289
664	2	0.376
664	2.5	0.472
664	3	0.564

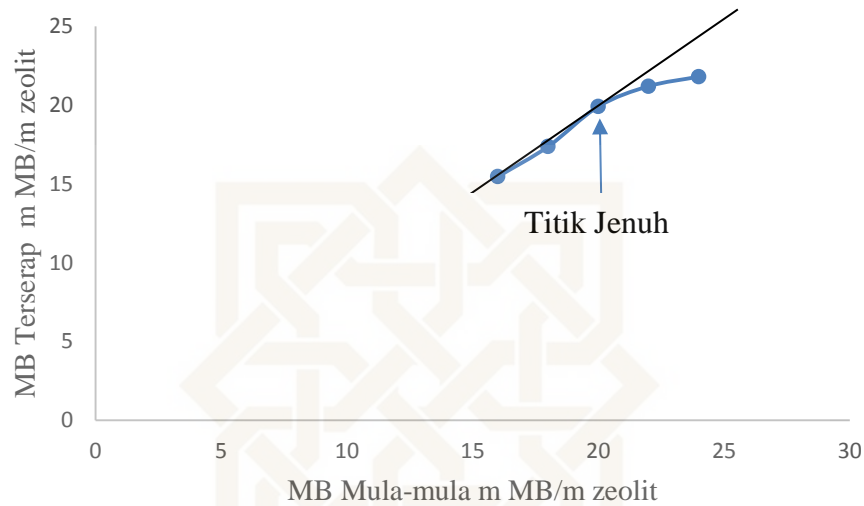
Lampiran 3. Grafik kurva standar



Lampiran 4. Tabel Data Luas Permukaan Zeolit Alam

No	Massa adsorben (g)	Waktu (menit)	Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi akhir (mg/L)	Massa MB teradsorp (mg)	Adsorbansi (A)
1	0.5	120	8	0.271	7.729	0.051
2	0.5	120	9	0.313	8.687	0.059
3	0.5	120	10	0.042	9.958	0.008
4	0.5	120	11	0.398	10.602	0.075
5	0.5	120	12	1.093	10.907	0.206

Lampiran 5. Kurva Luas Permukaan Zeolit Alam

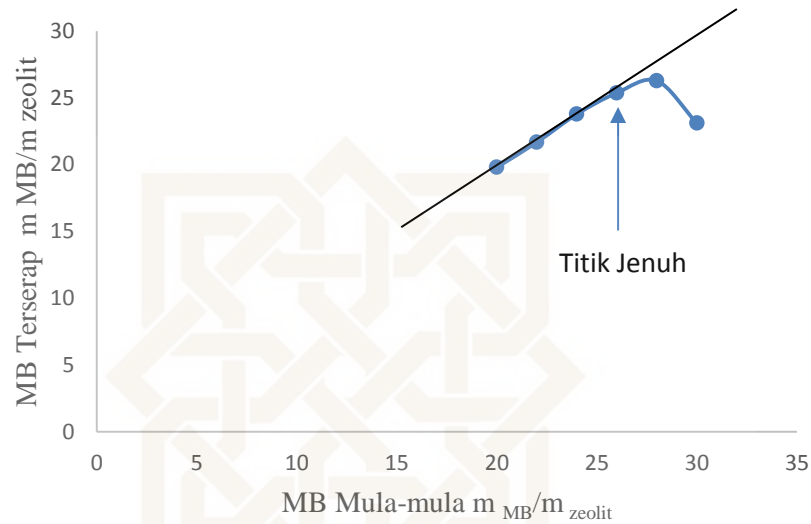


$$\begin{aligned}
 S_s &= \frac{m_{MB}}{m_{zeolit}} A_v \cdot A_{MB} \frac{1}{319,87 \text{ g/mol}} \\
 &= \frac{9,958 \times 10^{-3} \text{ g}}{319,87 \text{ g/mol}} \cdot 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,30 \times 10^{-20} \text{ m}^2 \frac{1}{0,5 \text{ g}} \\
 &= 48,7269 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Tabel Data Luas Permukaan Zeolit Aktivasi Asam

No	Massa adsorben (g)	Waktu (menit)	Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi akhir (mg/L)	Massa MB teradsorp (mg)	Adsorbansi (A)
1	0.5	120	10	0.101	9.899	0.019
2	0.5	120	11	0.165	10.835	0.031
3	0.5	120	12	0.112	11.889	0.021
4	0.5	120	13	0.313	12.687	0.059
5	0.5	120	14	0.859	13.140	0.162
6	0.5	120	15	3.439	11.561	0.648

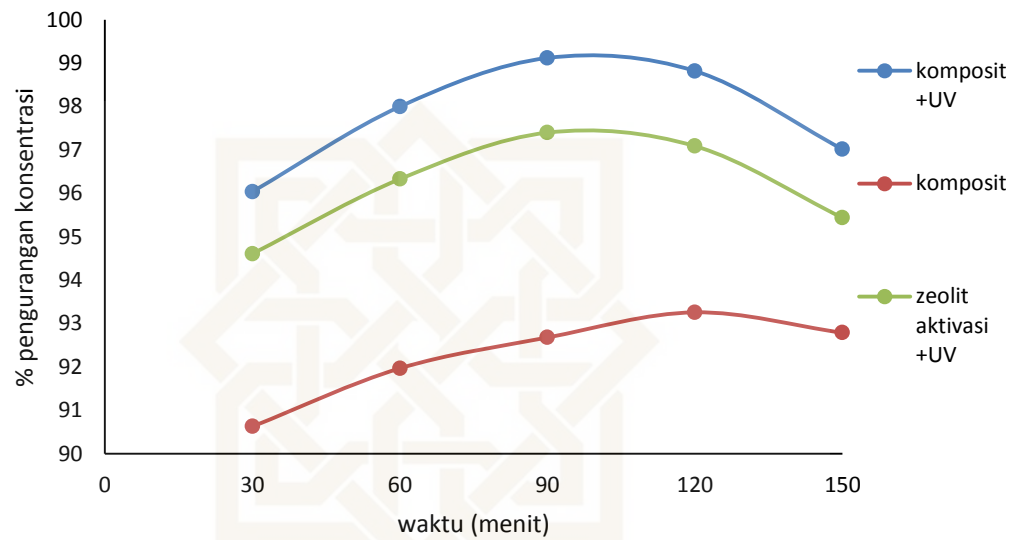
Lampiran 7. Kurva Luas Permukaan Zeolit Aktivasi Asam



$$\begin{aligned}
 S_s &= \frac{m_{MB}}{m_{zeolit}} A_v \cdot A_{MB} \frac{1}{319,87 \text{ g/mol}} \\
 &= \frac{12,687 \times 10^{-3} \text{ g}}{319,87 \text{ g/mol}} 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 130 \times 10^{-20} \text{ m}^2 \frac{1}{0,5 \text{ g}} \\
 &= 62,0805 \text{ m}^2/\text{g}
 \end{aligned}$$

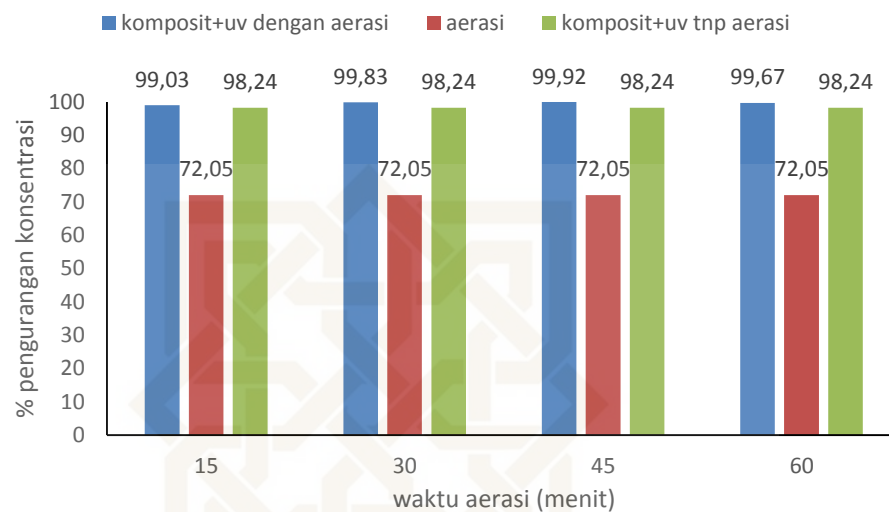
Lampiran 8. Tabel Data Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Variasi Waktu

Waktu (menit)	absorbansi			% degradasi		
	Zeolit + UV	Komposit + UV	Komposit	Zeolit + UV	Komposit + UV	Komposit tanpa UV
30	0.305	0.224	0.530	94.61	96.04	90.63
60	0.208	0.113	0.454	96.33	98.00	91.97
90	0.147	0.050	0.414	97.40	99.12	92.68
120	0.165	0.067	0.381	97.09	98.82	93.26
150	0.258	0.169	0.408	95.44	97.02	92.79

Lampiran 9. Kurva Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Variasi WaktuLampiran 12. Tabel Data Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Variasi Waktu Aerasi

Mass a komposit (mg)	Waktu aerasi (menit)	absorbansi		% degradasi			
		komposit + UV	Aerasi	Komposit + UV tanpa aerasi	komposit + UV	Aerasi	Komposit + UV tanpa aerasi
75	15	0.055	1.580	0.100	99.03	72.05	98.24
75	30	0.010	1.580	0.100	99.83	72.05	98.24
75	45	0.005	1.580	0.100	99.92	72.05	98.24
75	60	0.019	1.580	0.100	99.67	72.05	98.24

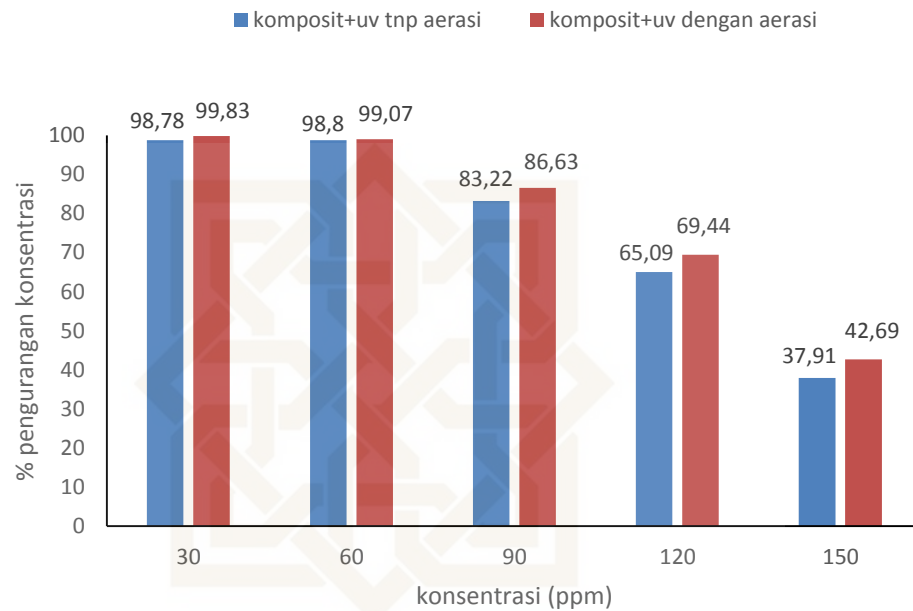
Lampiran 13. Pengaruh Waktu Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Variasi Waktu Aerasi



Lampiran 13. Tabel Data Pengaruh Aerasi terhadap Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Pada Konsentrasi Tinggi

Massa komposit (mg)	Waktu aerasi (menit)	Konsentrasi (ppm)	absorbansi		% degradasi	
			komposit + UV dengan aerasi	Komposit + UV tanpa aerasi	komposit + UV dengan aerasi	Komposit + UV tanpa aerasi
75	30	30	0.010	0.100	99.83	98.78
75	30	60	0.053	0.099	99.07	98.80
75	30	90	0.756	0.855	86.63	83.22
75	30	120	0.576	0.658	69.44	65.09
75	30	150	1.080	1.170	42.69	37.91

Lampiran 14. Kurva Pengaruh Aerasi terhadap Fotodegradasi Zat Warna *Methylen Blue* Variasi Konsentrasi



CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap: Sismiyati

Jenis Kelamin: Perempuan

Tempat, Tanggal Lahir: Boyolali, 17 November 1993

Alamat Asal: Dsn. Sidorejo RT 14/RW 34,

Ds. Sumbung, Kec. Cepogo,
Kab. Boyolali

Alamat Tinggal

: Jl Bima Sakti No 17, Ds.
Demangan, Kec. Gondokusuman
Kab. Yogyakarta

Email: utf99@gmail.com

No. HP.: 085642776629



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

No.	Lembaga Pendidikan	Alamat	Tahun Masuk	Tahun Lulus
1.	TK Sarinah	Candiroto, Sumbung, Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah	1999	2001
2.	SD Negeri Paras 3	Paras, Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah	2001	2006
3.	SMP Negeri 1 Cepogo	Jl. Boyolali-Magelang KM.8, Mliwis, Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah 57362,	2006	2009
4.	SMA Negeri 1 Cepogo	Mliwis, Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah 57362,	2009	2012
5.	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta	Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta, 55281	2012	2017

C. Pengalaman Organisasi

No.	Organisasi	Jabatan	Masa Jabatan
1.	Remaja Masjid/Rokhis SMA Negeri 1 Cepogo	Anggota	2010 - 2011
2.	Conversation English Club SMA Negeri 1 Cepogo	Anggota	2010 - 2011
3.	Forum Kajian Islam dan Sains Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	Anggota	2014 - 2015
4.	Forum Kajian Islam dan Sains Teknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	Departemen Kaderisasi	2015 - 2016

D. Pengalaman Pekerjaan

No.	Pekerjaan	Alamat	Masa Kerja
1.	Praktik Kerja Lapangan di Balai Lingkungan Hidup (BLH) Yogyakarta	Jl. Bima Sakti No. 1, Demangan, Gondokusuman, Yogyakarta	19 Januari-13 Februari 2015
2.	Sewing di Pt. Pan Brother Tbk	Desa Butuh RT.01 / RW.02, Kecamatan Mojosongo, Butuh, Mojosongo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah 57482,	Juni-Juli 2014