

**STUDI FOTOREDUKSI PEWARNA TEKSTIL *METHYL ORANGE*
MENGUNAKAN ZEOLIT Y-ZnO SECARA
SPEKTROFOTOMETER UV-Vis**

(Skripsi)

Oleh

ZUBAIDI



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

PHOTOREDUCTION STUDY OF METHYL ORANGE TEXTILE DYES USING ZEOLITE Y-ZnO BY SPECTROPHOTOMETER UV-Vis

By

Zubaidi

Photoreduction of Methyl Orange textile dyes using Zeolite Y-ZnO as a catalyst has been carried out. The purpose of this study is to determine the light strength, optimum pH, and optimum degradation time of Methyl Orange dyes; also find out the optimum use of Zeolite Y-ZnO as a catalyst and degrade methyl orange dyes by the photoreduction method. This research was conducted using UV-Vis Spectrophotometer and Photoreduction method. In this study the degradation of light strength was 8000 Lux, the optimum time was 150 minutes, the optimum pH was degradate at pH 4, the optimum use of Zeolite Y-ZnO as a catalyst was 10 mg. Based on the results of the measurements above, it shows that methyl orange is degraded properly. Methyl Orange linearity test obtained R^2 value of 0.996. The precision test gives SD and RSD values of 0.016 and 0.872 respectively. The percent recovery value of Methyl Orange is 106,096. The calculation results from the detection limit give a value of 0.159 and the quantitation limit value of 0.530.

Keywords : Photoreduction, Zeolit Y, Zeolit Y-ZnO, Spectrophotometer UV-Vis.

ABSTRAK

STUDI FOTOREDUKSI PEWARNA TEKSTIL *METHYL ORANGE* MENGUNAKAN ZEOLIT Y-ZnO SECARA SPEKTROFOTOMETER UV-Vis

Oleh

Zubaidi

Telah dilakukan penelitian fotoreduksi pewarna pada tekstil *Methyl Orange* menggunakan katalis Zeolit Y-ZnO. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kuat cahaya, pH optimum, dan waktu optimum degradasi dari pewarna *Methyl Orange*; serta mengetahui penggunaan optimum Zeolit Y-ZnO sebagai katalis dan mendegradasi pewarna *Methyl Orange* dengan metode fotoreduksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan metode fotoreduksi. Pada penelitian ini diperoleh kuat cahaya degradasi sebesar 8000 Lux, waktu optimum sebesar 150 menit, pH optimum degradasi pada pH 4, penggunaan optimum Zeolit Y-ZnO sebagai katalis sebesar 10 mg. Berdasarkan hasil pengukuran di atas menunjukkan bahwa *Methyl Orange* terdegradasi dengan baik. Uji linieritas *Methyl Orange* diperoleh nilai R^2 sebesar 0,996. Uji presisi memberikan nilai SD dan RSD sebesar 0,016 dan 0,872. Nilai persen *recovery* *Methyl Orange* sebesar 106,096. Hasil perhitungan dari limit deteksi memberikan nilai 0,159 dan nilai limit kuantitasi sebesar 0,530.

Kata Kunci : Fotoreduksi, Zeolit-Y, Zeolit Y-ZnO, Spektrofotometer UV-Vis.

**STUDI FOTOREDUKSI PEWARNA TEKSTIL *METHYL ORANGE*
MENGUNAKAN ZEOLIT Y-ZnO SECARA
SPEKTROFOTOMETER UV-Vis**

Oleh

ZUBAIDI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **STUDI FOTOREDUKSI PEWARNA TEKSTIL
METHYL ORANGE MENGGUNAKAN
ZEOLIT Y-ZnO SECARA
SPEKTROFOTOMETER UV-Vis**

Nama Mahasiswa : **Zubaidi**

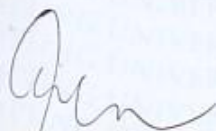
No. Pokok Mahasiswa : 1217011070

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Drs. R. Supriyanto, M.S.
NIP 19581111 199003 1 001



Diky Hidayat, M.Sc.
NIP 19740609 200501 1 002

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA

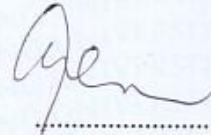


Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001

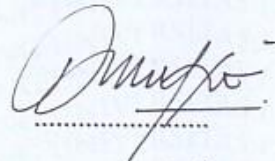
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

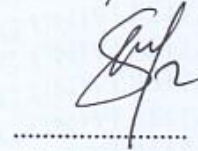
Ketua : **Drs. R. Supriyanto, M.S.**



Sekretaris : **Diky Hidayat, M.Sc.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Buhani, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.

NIP 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **17 Juli 2019**

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Zubaidi dilahirkan di Bandarsari pada tanggal 13 April 1993. Penulis merupakan anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Sukardi dan Ibu Asiyah. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 2 Bandarsari pada tahun 2006 melanjutkan di MTs Negeri 1 Lampung Timur lulus pada tahun 2009, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di MA Negeri 1 Lampung Timur lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Masuk Lokal (UML). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia II bidang Kimia Analitik semester genap 2015/2016, Kimia I bidang Kimia Analitik semester ganjil 2016/2017, Kimia Lingkungan semester Ganjil 2016/2017, Kimia Analitik I semester ganjil 2017/2018, praktikum Kimia Analisis Lingkungan semester ganjil 2017/2018, dan praktikum Kimia Analisis Lingkungan semester ganjil 2018/2019. Penulis juga mengikuti aktivitas organisasi, dimulai dengan menjadi Kader Muda Himaki (KAMI) dan Anggota Muda Rois (AMAR) pada tahun 2012, kemudian terpilih menjadi anggota Bidang Sosial Masyarakat (Sosmas) Himpunan Mahasiswa Kimia (Himaki) FMIPA Unila

periode 2013/2014, anggota Bidang Kajian Rohani Islam (Rois) FMIPA Unila periode 2013/2014, dan menjadi KBK BSO BBQ ROIS FMIPA Unila periode 2014/2015. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Banjaran, Kecamatan Padang Cermin, Pesawaran pada Januari-Maret 2016. Penulis menyelesaikan kerja praktik dengan judul Pembuatan Minyak VCO (*Virgin Coconut Oil*) pada tahun 2017 di Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi Jurusan Kimia FMIPA UNILA.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”. (Al Baqarah:286)

“Maka nikmat Tuhan kamu manakah yang kamu dustakan”. (QS. Ar-Rahman: 13, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, dan 77)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu namun ia amat baik bagimu dan boleh jadi engkau mencintai sesuatu namun ia amat buruk bagimu, Allah Maha Mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”.
(Al Baqarah:216)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”. (Asy Syarh:5-6)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

Dengan mengucapkan
Alhamdulillahilabbilamin
Ku Persembahkan karya kecilku ini kepada

Ayahanda dan Ibundaku tercinta yang tak pernah mengeluh berpeluh tenaga, berlelah pikiran, berlimang kata-kata, dan menengadahkan tangan seraya berdo'a, untuk anak yang kalian percaya akan menjadi "sesuatu" nantiya, maka aku tidak akan mengecewakan kasih sayang Kalian yang tak ternilai. Melalui Karya kecil ini, anandamu mengucapkan terimakasih atas segalanya.

Kakak Perempuan dan kakak laki-laki tersayang serta Seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan keberhasilanku

Dengan segala rasa hormat kepada bapak Drs. R. Supriyanto, M.S., bapak Diky Hidayat, M.Sc., dan ibu Prof. Dr. Ruhani, M.Si. serta seluruh Dosen Pengajar yang telah membimbing dan mendidikku sampai menyelesaikan pendidikan sarjana.

Sahabat dan seluruh teman-temanku yang telah memberikan semangat, kebahagiaan dan pelajaran hidup

Almamater tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan segala bentuk rahmat dan nikmat-Nya, sehingga Penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, semoga kita termasuk umat yang beliau cintai dan mendapatkan *syafa'at* beliau di *yaumul akhir* nanti, *aamiin yarabbal'alam*.

Skripsi dengan judul “**Studi Fotoreduksi Pewarna Tekstil *Methyl Orange* Menggunakan Zeolit Y-ZnO secara Spektrofotometer UV-Vis**” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Teriring do'a yang tulus, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua Penulis, Bapak Sukardi dan Ibu Asiyah yang telah memberikan segala usaha dan do'a, cinta dan kasih, dukungan moral dan spiritual yang sampai saat ini tak pernah berhenti. Bapak Ibu terima kasih atas segala kasih sayang yang tak terhingga untuk penulis. Semoga Allah SWT

selalu memberikan kesehatan, rezeki dan kebahagiaan dunia dan akhirat kepada kalian *aamiin Allahumma aamiin*;

2. Kakak dan mbakku Siti Fatimah, S.Pd., Albani, Sukismi, A.Md., dan Arman atas *support* dan motivasi kepada penulis.
3. Mamas Ipar dan Mbak Iparku Koptu Marinir Faisal Taufan, Fika Nurkhasanah, S.Hi., Asep Candara Sukmana, A.Md., dan Surtini yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
4. Keponakanku Arfan Alhadziq Irsyadudin, Kayla Azkadina Kinarian, Kenzie Musyafa Aidin, Rachel Jazila Kanaya, Bintang Alaric Sukmana, Galang Faris Sukmana, Aprilio Firmansyah yang selalu memberikan keceriaan kepada penulis.
5. Mbak Siti Fatimah, S.Pd., yang tak bosan memberi semangat motivasi, dan bantuan materi kepada penulis.
6. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.S. selaku pembimbing I atas segala kebaikan, ilmu, motivasi, kritik, saran, kesabaran dan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik. Atas semua yang telah beliau berikan, semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan atas semua yang beliau berikan.
7. Bapak Diky Hidayat, M.Sc., selaku pembimbing II atas segala saran, nasehat, kesabaran, keikhlasan, bimbingan, dan ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam perencanaan dan penyelesaian penelitian serta skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya dan membalas semuanya dengan kebaikan.

8. Ibu Prof. Dr. Buhani, M.Si., selaku pembahas atas segala bimbingan, kritik, saran, dan ilmu bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan atas semua yang sudah diberikan.
9. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.S., selaku pembimbing akademik, penulis mengucapkan terimakasih banyak atas bimbingan, perhatian, nasehat, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis terkait permasalahan akademik selama masa perkuliahan ini.
10. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila yang telah memberi banyak masukan dan saran.
11. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung beserta jajarannya.
12. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Unila atas seluruh ilmu, bimbingan, perhatian dan pengalaman yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan baik berkat ilmu yang telah diberikan, serta terimakasih kepada staff administrasi Jurusan Kimia FMIPA Unila yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan persyaratan administrasi selama kuliah. Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan-kebaikan bapak dan ibu.
13. Bapak Dr. Hardoko Insan Qudus, M.S., selaku Kepala Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi atas izin penggunaan laboratorium yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.

14. Mas Udin dan Mbak Iin selaku Laboran Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi yang telah banyak memberikan arahan, membantu penulis dalam penyediaan alat untuk penelitian, serta tempat bertukar pikiran saat jenuh.
15. Bapak, Ibu guru dari SD, MTs, dan MAN yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, pendidikan akhlak serta pengalaman kepada penulis.
Terimakasih banyak, semoga bapak ibu selalu dalam lindungan dan diberikan *Jannah-Nya*.
16. Anggota Grup Menuju Komitmen Muslim Sejati Pak Subian., M. Iqbal, kak Hermansyah, kak Tama, Adi, Suhen, triban, Rahmat, Tyas, dan Fathan.
Jazakallah atas ilmu yang diberikan, kebersamaan, kesabaran dan motivasi yang diberikan. Semoga kita dipertemukan di syurganya Allah SWT kelak.
17. Keluarga Rumah Bintang Harapan kak Ahmad Sulaiman, S.Si., Haidir Halomoan Lubis, S.Si., Wahyudi Pangestu, A.Md., dan Nur Kholis, S.Si. yang selalu memberi motivasi kepada penulis.
18. Tim KKN Tematik UNILA priode Januari-Maret 2016 Desa Banjaran Kec. Padang Cermin Kab. Pesawaran Siti Khotimah A., S.Pt., Desti Rini Malinda, S.T.P., dan Irfan Dwi Kinanda, S.E.
19. Sahabatku Khoirul Anwar, S.Si yang tak bosan memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dan terimakasih atas kebersamaannya selama ini.
20. Pimpinan ROIS 2014/2015 Alaudin Alayubi, S.Kom, Jean Pitaloka, S.Si., Adi Setiawan, S.Si., Ruwaidah Muliana, S.Si., Izdiha Rolina Sofa'a, S.Si., Sri Wahyu Puji Astuti, S.Si., Arief Aulia Rahman, Ayu Taqiya U. S.Kom., Efrizal, S.Si., Ulfatun Nurun, S.Si., Ade Pamungkas, S.Kom., Hilyatus

Sholiha, Agum Aldino, Aulia Aziza, S.Si., Suyitno, S.Si., Fentri Haryanti, S.Si., Hamid Ammar M.R., Dewi Aniatul F., S.Si., Pranoto, S.Si., Ria Aulia N., S.Si., Putri Oktavai A., Sri Utami, S.Si. Terimakasih atas kebersamaannya, motivasinya, kesabaran, dan ilmunya. Semoga semua selalu dalam lindungan Allah SWT dan diberi kesuksesan dunia dan akhirat.

21. M. Firza Ersya, S.Si., Rizki Gilang Gumelar, S.Si., Arief Aulia Rahman, M. Iqbal Yuliansyah, Al Arham, Hamid Ammar M.R., Dimas Rahmat Saputra, S.Si., kak Sakban, kak Ari Susanto, S.Si., kak Ali Akbar Hasibuan, S.Si., Afif Lutfi. S.Si., Gurit Prastio, S.Si. Dwi Yatmoko S. S.Kom., M. Aiman A., S.Si., Ahmad Zainuri, Wahyudi, Agum Aldino, Ganjar Andulangi, S.Si., Ahmad Aziz Arrizal., Randy Yuki P., Yudi Agung, M. Irsan, Akbar S.G., M. Augusto R., Sutiarno, dan semua teman-teman Boedjang MIPA yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih atas kesabaran, ketulusan, dan kebersamaannya selama ini, semoga kita semuanya diberi kesuksesan dunia dan akhirat.

22. Keluarga besar Kimia 2012 FMIPA Universitas Lampung Adi setiawan, S.Si., Aditian Sulung, Agus Ardiansyah, Ajeng Wulandari, S.Si., Ana Maria Kristiani, S.Si., Apri Welda, S.Si., Arif Nurhidayat, S.Si., Arya Rifansyah, S.Si., Atma Istanami, Ayu Imani, S.Si., Ayu Setianingrum, S.Si., Deborah Jovita, S.Si., Derry Vardella, Dewi Aniatul F., S.Si., Diani Iska Miranti, S.Si., Dwi Anggraini, S.Si., Edi Suryadi, S.Si., Eka Hurwaningsih, S.Si., Elsa Zulha, S Si., Erlita Aisyah, S.Si.,Febita Glyssenda, S.Si., Feby Rinaldo Pratama, S.Si., Fenti Visiamah, S.Si., Ferdinand Haryanto S., S.Si., Fifi Adriyanthi, S.Si., Handri Sanjaya, Indah Wahyu P., S.Si., Indri yani Saney, S.Si., Intan

Mailani, S.Si., Ismi Khomsiah, S.Si., Jean Pitaloka, S.Si., Jenny Jessica, Khoirul Anwar, S.Si., Maria Ulfa, S.Si., Meta Fosfi Berliana, S.Si., Muhammad Rizal R., Murni Fitria S.Si, Nila Amalin Nabilah, S.Si., Putri Ramadhona, S.Si., Radius Uly Artha, Riandra Pratama U., S.Si., Rifki Husnul Khuluk, S.Si., Rizal Rio Saputra, S.Si., Rizki Putriana, S.Si., Ruliana Juni Anita, S.Si., Ruwaidah Muliana, S.Si., Siti Aisyah, S.Si., Siti Nur Halimah, S.Si., Sofian Sumilat R., S.Si., Sukamto, S.Si., Susy Isnaini Hasanah, S.Si., Suwarda Dua Imatu Dela, S.Si., Syathira Assegaf, S.Si., Tazkia Nurul, S.Si., Tiand Reno, S.Si., Tiara Dewi Astuti, S.Si., Tiurma Debora S., S.Si., Tri Marital, S.Si., Ulfatun Nurun, S.Si., Wiwin Esty S., Yepi Triapriani, S.Si., Yunsi'u Nasyah, S.Si. Selaku "*chemistry 12 squad*" atas persahabatan, kebersamaan, keceriaan, dan kesedihan nya selama masa kuliah.

23. Teman-teman satu penelitian dan satu bimbingan Derry Fardella, Aditian Sulung S., Deborah Jovita, S.Si., M. Sanubara P., Siti Fatimah, Rizka Ari W., S.Si., Nova Ariska, S.Si., Selly Mardiana, Fitria Ayu, Ijhad Alfikri, Nur Wulandari. Terimakasih atas bantuan, doa, dan kebersamaan selama ini, semoga semua diberi kesuksesan dunia dan akhirat.

24. Kakak tingkat 2008, 2009, 2010, 2011 beserta adik-adik angkatan 2014, 2015, 2016, 2017, dan 2018 yang tidak bisa saya sebutkan. Terimakasih atas persaudaraan dan kekeluargaan kita selama ini, semoga kita semua menjadi orang-orang sukses dan teman-teman sekalian lekas menyelesaikan pendidikan.

25. Almamater tercinta Universitas Lampung.

26. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala ketulusan, bantuan, dan doa. Semoga kebaikan yang sudah diberikan selama ini mendapat balasan dari Allah SWT.

Bandar Lampung, Juli 2019
Penulis,

Zubaidi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Zat Warna	5
B. Dampak Limbah Zat Warna	7
C. Fotoreduksi	10
D. <i>Methyl Orange</i>	14
E. Zeolit	14
F. Zeolit Y	17
G. Spektrofotometer UV-Vis	19
1. Interaksi Cahaya dengan Materi.....	23
2. Instrumen Spektrofotometer Ultraungu-Tampak	25
H. Validasi Metode	29
1. Akurasi (Ketepatan)	29
2. Presisi (Ketelitian)	30
3. Limit Deteksi dan Limit Kuantifikasi	30
4. Linearitas	31
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	32
B. Alat dan Bahan	32
C. Prosedur Penelitian	33
1. Pembuatan Larutan Baku Pewarna metil orange	33

2. Penentuan Kuat Cahaya Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	34
3. Penentuan Waktu Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	34
4. Penentuan pH Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	34
5. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y tanpa ZnO	35
6. Penyiapan Katalis Zeolit Y-ZnO.....	35
7. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y-ZnO.....	35
8. Validasi Metode	36
8.1. Penentuan Linieritas Kurva Kalibrasi Larutan <i>Methyl Orange</i>	36
8.2. Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ)....	36
8.3. Penentuan Presisi.....	36
8.4. Penentuan Akurasi.....	37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Katalis Zeolit Y-ZnO.....	38
1. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	38
2. <i>Scanning Elektron Microscopy</i> (SEM)	42
B. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y tanpa ZnO.....	44
C. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y-ZnO	45
D. Penentuan Kuat Cahaya Degradasi <i>Methyl Orange</i>	46
E. Penentuan pH Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	46
F. Penentuan Waktu Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	47
G. Validasi Metode	48
1. Linieritas	48
2. Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ).....	49
3. Penentuan Presisi	50
4. Penentuan Akurasi	51

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	53
B. Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Warna Komplementer Panjang Gelombang Tertentu	22
2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik	22
3. Penentuan Waktu Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	47
4. Nilai LoD dan LoQ	50
5. Hasil Pengukuran Uji Presisi dari <i>Methyl Orange</i>	51
6. Hasil Pengukuran Uji Akurasi dari <i>Methyl Orange</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mekanisme fotokatalitik Zeolit Y-ZnO	12
2. Struktur Methyl Orange	14
3. Struktur Kimia Zeolit	15
4. Struktur Dasar Zeolit Y	18
5. Alat Spektrofotometer UV-Vis	21
6. Gerakan Gelombang Cahaya Elektromagnetik.....	24
7. Spektrum Elektromagnetik.....	25
8. Lampu Tungsten.....	26
9. Deuterium.....	26
10. Contoh Kuvet <i>Disposable</i>	27
11. Mekanisme yang Terjadi pada <i>Phototube</i>	28
12. Reaktor untuk Fotoreduksi	33
13. Difraktogram Sinar-X Zeolit Y-ZnO Sebelum Kalsinsi	38
14. Difraktogram Sinar-X Zeolit Y-ZnO Setelah Kalsinasi	39
15. Mikrograf Katalis Zeolit Y-ZnO Sebelum Kalsinasi Perbesaran 10000x.	42
16. Mikrograf Perbesaran 10000x Katalis Zeolit Y-ZnO Suhu Kalsinasi 600 °C	43

17. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y tanpa ZnO	44
18. Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Y-ZnO	45
19. Penentuan pH Optimum Degradasi <i>Methyl Orange</i>	46
20. Kurva Linieritas	48

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi industri saat ini semakin pesat, semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Walaupun demikian kemajuan yang dicapai tidak pernah terlepas dari resiko negatif yang berpengaruh terhadap perubahan lingkungan melalui pencemaran yang pada akhirnya akan berdampak pada manusia. Perkembangan industri sangat didukung oleh kemajuan teknologi. Teknologi akan mempermudah pekerjaan manusia sebagai pelaksana kegiatan industri dan menjadi daya dukung yang dominan bagi dunia industri, namun perkembangan dunia industri tersebut kadang kurang didukung dengan kesadaran akan efek dari kegiatan industri tersebut, seperti limbah dari kegiatan industri. Bertambahnya suatu industri sangat berperan penting dalam kesejahteraan masyarakat, tetapi dampak negatifnya menghasilkan limbah dan pencemaran lingkungan serta dapat menimbulkan kerusakan sumber daya alam.

Dampak dari limbah yang dihasilkan atau gas buang dari pabrik yang mencemari lingkungan baik darat maupun perairan. Air limbah industri tekstil tersebut cukup banyak mengandung zat warna dan penguat warna serta air pengkondisian. Senyawa kimia yang terikat dalam limbah tersebut akan mengganggu kehidupan biota

dalam lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Salah satu masalah yang paling mengganggu dari limbah industri tekstil adalah kandungan zat warna tekstil.

Tekstil merupakan salah satu kebutuhan primer masyarakat modern, permintaan produk dari industri tekstil semakin hari semakin meningkat. Salah satu komponen penting dalam industri tekstil adalah zat warna, zat warna berfungsi untuk mewarnai dan mempercantik suatu produk. Zat warna sendiri secara ilmu kimia merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan aoksokrom sebagai pengikat warna dengan serat. Zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen (Heaton, 1994).

Namun dilain sisi zat warna adalah salah satu grup polutan air terbesar dari industri tekstil dan proses industri lain. Sekitar 15% dari total produksi zat pewarna di dunia hilang pada saat proses pewarnaan. Zat pewarna pada konsentrasi tertentu akan sangat beracun, sehingga pencemaran air terhadap *methyl orange* pada lingkungan akan berdampak buruk terhadap kesehatan kita. Zat warna juga berdampak buruk pada lingkungan karena material warna pada zat warna dapat menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam air.

Zat warna dalam industri tekstil untuk saat ini merupakan komponen yang nyaris tak tergantikan karena kelebihanannya dalam pewarnaan, ketahanan, dan juga jauh lebih ekonomis. Namun, disisi lain zat pewarna merupakan senyawa yang sangat

berbahaya. Khususnya *Methyl Orange* zat pewarna ini merupakan salah satu zat pewarna yang paling sering digunakan yang mana juga berbahaya bagi kulit dan pencernaan.

Methyl Orange adalah salah satu zat warna azo yang sering digunakan dalam industri tekstil. Senyawa azo bersifat karsinogenik dan sulit didegradasi, sehingga apabila dibuang ke sistem perairan akan merusak ekosistem di dalamnya. Untuk itu *Methyl Orange* perlu didegradasi, salah satunya dengan cara fotoreduksi. Fotoreduksi merupakan salah satu metode pengubah suatu ion logam dalam air yang relatif sederhana mengikuti reaksi oksidasi reduksi, baik dengan bantuan katalis maupun tanpa katalis. Katalis sendiri adalah suatu zat yang digunakan untuk mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Aryanto dan Nugraha (2014), *Methyl Orange* dicampur dengan komposit TiO_2 -Montmorillonit, kemudian komposit TiO_2 -Montmorillonit dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan Surface Area Analyzer (SAA). Campuran *Methyl Orange* dengan komposit TiO_2 -Montmorillonit difotodegradasi dalam reaktor UV *black light* 365 nm 10 watt 220 volt *gold star*. Hasil fotodegradasi menunjukkan kemampuan aktivitas komposit pada penyinaran waktu optimum sebesar 330 menit. Penelitian tersebut membutuhkan waktu yang lama serta karakterisasi yang digunakan membutuhkan biaya yang besar, sehingga perlu dilakukan penelitian dengan hasil yang lebih cepat dan karakterisasi yang lebih murah.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang studi fotoreduksi pewarna *Methyl Orange* menggunakan Zeolit Y-ZnO secara spektrofotometer Ultra Violet (UV) Visibel (Vis), pada penelitian ini akan menentukan kuat cahaya optimum, waktu optimum, pH optimum degradasi *Methyl Orange*, pengaruh penambahan katalis Zeolit-Y tanpa ZnO serta pengaruh penambahan katalis Zeolit Y-ZnO.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat cahaya degradasi pewarna *Methyl Orange*.
2. Menentukan pH optimum degradasi pewarna *Methyl Orange*.
3. Menentukan waktu optimum degradasi pewarna *Methyl Orange*.
4. Mendegradasi zat warna tekstil *Methyl Orange* dengan metode fotoreduksi.
5. Mengetahui penggunaan Zeolit Y-ZnO optimum sebagai katalis untuk mendegradasi pewarna *Methyl Orange*.

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang metode fotoreduksi yang digunakan untuk mendegradasi zat warna tekstil *Methyl Orange* sehingga dapat dimanfaatkan dalam pengolahan limbah industri tekstil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Zat Pewarna

Zat warna adalah senyawa yang dipergunakan dalam bentuk larutan atau dispersi pada suatu bahan lain sehingga berwarna. Di Indonesia perkembangan produksi zat pewarna dapat diketahui dari data ekspor nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2000 mencerminkan bahwa kebutuhan zat pewarna baik untuk keperluan proses produksi dan industri meningkat tiap tahunnya. Tingginya pemakaian zat pewarna pada kegiatan industri tertentu membawa dampak pada peningkatan jumlah bahan pencemar dalam limbah cair yang dihasilkan. Menurut Selvam dkk (2003), sekitar 10.000 jenis pewarna digunakan pada industri tekstil dan lebih dari 7×10^5 ton bahan pewarna diproduksi setiap tahunnya. Selama proses pewarnaan, 10-15 % dari zat warna tekstil yang digunakan akan terbuang bersama limbah.

Zat warna untuk tekstil dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sumbernya yaitu zat warna alami dan zat warna sintesis. Zat warna alami adalah zat warna yang diperoleh dari alam seperti tumbuh-tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan pewarna alam yang biasa digunakan untuk tekstil diperoleh

dari hasil ekstrak berbagai bagian tumbuhan seperti akar, kayu, daun, biji ataupun bunga, sedangkan zat warna sintesis adalah zat warna buatan (Laksono, 2012).

Zat warna sintesis dalam tekstil merupakan turunan hidrokarbon aromatik seperti benzene, toluene, naftalena dan antrasena. Sifat zat warna sintesis lebih stabil dibandingkan zat warna alam. Zat warna naptol merupakan salah satu yang banyak digunakana dalam industri tekstil. Zat warna naptol adalah zat warna tekstil yang dapat dipakai untuk mencelup secara cepat dan mempunyai warna yang kuat. Zat warna naptol merupakan senyawa yang tidak larut dalam air terdiri dari dua komponen dasar yaitu golongan naptol AS (Anilid Acid) dan komponen pembangkit warna yaitu golongan diazonium atau biasa disebut garam. Kedua komponen tersebut bergabung menjadi senyawa berwarna jika sudah dilarutkan. Zat warna naptol disebut sebagai *Ingrain Colours* karena terbentuk di dalam serat dan tidak terlarut di dalam air (Laksono, 2012).

Warna dalam air dapat disebabkan oleh adanya ion-ion metal alam yaitu besi (Fe) dan mangan (Mn). Naptol termasuk dalam zat pewarna yang tidak larut dalam air, untuk melarutkannya diperlukan zat pembantu yaitu kostik soda (Rambe, 2009).

Salah satu zat tambahan dalam industri tekstil adalah senyawa fosfat. Pada industri tekstil, fosfat dipakai sebagai pemberi warna cerah dan memperbaiki sistem ikatan benang pintal (Shreve, 1995). Salah satu pencemar organik yang bersifat *non biodegradable* adalah zat warna tekstil. Zat warna tekstil umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena.

Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik maka perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Christina, 2007). Senyawa azo

memiliki struktur umum $R-N=N-R'$, dengan R dan R' adalah rantai organik yang sama atau berbeda. Senyawa ini memiliki gugus $-N=N-$ yang dinamakan struktur azo (Widjajanti dkk, 2011).

B. Dampak Limbah Zat Warna

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, definisi dari air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Pengertian limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Limbah dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Sunu (2001) menjelaskan bahwa ada beberapa komponen pencemaran air antara lain limbah padat, limbah bahan makanan, limbah bahan organik, limbah anorganik dan limbah zat kimia. Komponen pencemaran air akan menentukan terjadinya indikator pencemaran air. Komponen yang berhubungan dengan pencemaran air karena limbah tekstil adalah limbah anorganik dan limbah zat kimia.

Limbah zat kimia dapat berupa insektisida, bahan pembersih, larutan penyamak kulit dan zat warna kimia. Kandungan zat warna kimia yang ada di dalam air akan mempengaruhi pH air lingkungan dan kandungan oksigen. Hampir semua zat warna kimia bersifat racun dan jika masuk ke dalam tubuh manusia akan ikut merangsang tumbuhnya kanker (Sunu, 2001). Fosfat diketahui berada dalam air limbah dalam bentuk organik, sebagai ortophosfat anorganik atau sebagai fosfat-fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air

limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintetis. Fosfat kompleks mengalami hidrolisis selama pengolahan hayati menjadi bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}) (Budi, 2006). Fosfat dalam limbah pewarnaan utamanya digunakan pada proses persiapan dan pewarnaan tekstil (Smiths, 1988). Pencemaran air atau penurunan mutu air diakibatkan oleh sejumlah kegiatan manusia salah satunya yang berasal dari industri tekstil yang tidak dikelola sebagaimana mestinya, namun dibuang langsung ke aliran air atau permukaan tanah. Limbah industri tekstil yang langsung dibuang ke sungai dapat menimbulkan pencemaran berupa : perubahan warna, bau dan rasa pada air; terhambatnya dan hilangnya aktivitas biologi perairan; pencemaran tanah dan air tanah; serta perubahan fisik tumbuhan, binatang dan manusia oleh zat kimia (Laksono 2012).

Air limbah secara tidak langsung juga akan mempengaruhi kualitas air tanah. Tingkat pencemaran limbah tersebut jika tidak terlalu tinggi akan diikat dan dinetralisir oleh lapisan tanah, tetapi jika melebihi kapasitas tanah, maka kandungan limbah tersebut akan mencapai air tanah dan mencemarinya. Hal tersebut dipengaruhi oleh jarak sumur dengan sungai, jenis dan keadaan sumur, genangan air sungai, jenis cemar dan curah hujan (Tejokusumo, 2007).

Muzamil (2010) menjelaskan kualitas air juga dapat diketahui melalui analisa sifat kimia air tanah. Sifat kimia air tanah yang diteliti meliputi kesadahan sebagai CaCO_3 , pH, unsur-unsur kimia dominan yang larut dalam air seperti, Natrium (Na), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfat (SO_4), Klorida (Cl), Besi (Fe), serta unsur-unsur kimia yang lain sebagai indikator pencemar limbah domestik seperti: Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Fosfat, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD

(*Chemical Oxygen Demand*). Beberapa unsur tersebut kaitatannya dengan kualitas air dijelaskan sebagai berikut :

1. pH

Parameter pH merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam analisa kualitas kimia air karena penyimpangan pH terhadap baku mutu air minum dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan.

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan didalam air. Air limbah yang mempunyai COD lebih tinggi dan BOD lebih rendah disebabkan karena adanya bahan organik yang tidak dapat dipecah secara biologik atau bahan buangan beracun (Mahida, 1986). Menurut Wardhana (1995) COD merupakan indikator tingkat pencemaran yang lain dan dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan secara kasar besarnya angka BOD.

3. Fosfat (PO_4)

Fosfat di alam berasal dari pelapukan batuan, tanah, limbah-limbah, senyawa *orthofosfat*, *polifosfat*, dan *fosfat organik*. Senyawa fosfat juga berasal dari dari pupuk pertanian, sampah rumah tangga dan limbah industri. Fosfat organik terdapat dalam limbah domestik dan sisa makanan, tetapi tergantung pada kebiasaan makanan yang dikonsumsi, dengan jumlah fosfor yang dilepas merupakan fungsi pemasukan protein. Pengaruh limbah cair industri menurut Muzamil (2010) yaitu:

- 1) Menimbulkan resiko kesehatan secara tidak langsung bagi masyarakat luas yang memanfaatkan sumber-sumber air yang tercemar limbah cair industri.
- 2) Merusak sungai, estuari, atau tempat penambakan sehingga tangkapan ikan menjadi berkurang.

Pembuangan limbah cair dengan kandungan fosfat yang tinggi ke dalam badan air dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu tumbuhnya lumut dan mikroalga yang berlebihan dalam badan air yang menerima limbah tersebut. Menurut (Lawrence dkk, 2002), air yang mengandung $P > 0,015 \text{ mg/L}$ yang tersedia secara biologi dapat menyebabkan eutrofikasi sehingga timbul beberapa masalah penting dalam air. Peningkatan populasi tumbuhan dapat menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut dalam air. Hal ini disebabkan karena menurunnya kadar sinar matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga fotosintesis oleh tumbuhan air juga menurun dan lebih lanjut terjadi penurunan kadar oksigen hasil fotosintesis. Penurunan kandungan oksigen juga disebabkan karena pada malam hari tumbuhan menggunakan oksigen dalam badan air, serta adanya tumbuhan yang mati dan terdekomposisi oleh mikrobia. Kondisi tersebut menurunkan kualitas lingkungan sebagai habitat berbagai spesies ikan dan organisme lain (Khusnuryani, 2008).

C. Fotoreduksi

Fotoreduksi merupakan salah satu metode yang berkaitan antara cahaya dengan fotokatalis. Fotokatalis oleh ZnO hal ini terjadi karena ZnO mempunyai struktur semikonduktor yang dapat menyediakan elektron sehingga akan meningkatkan

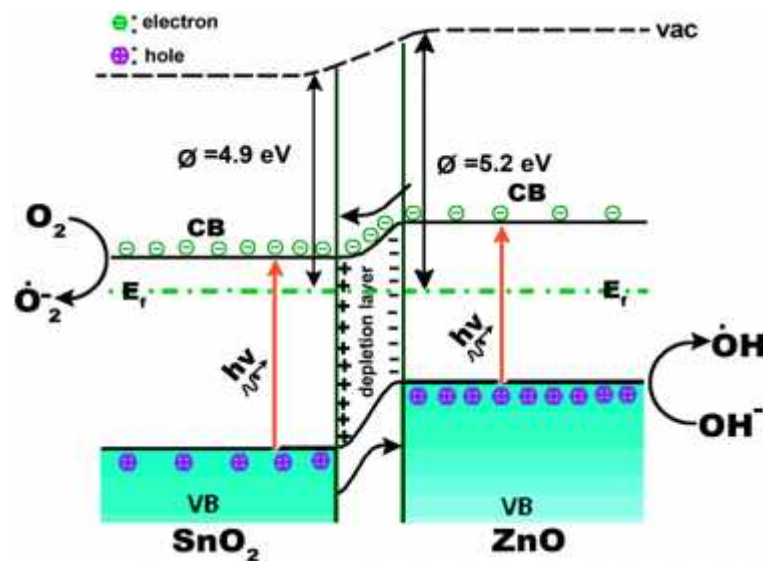
reaksi fotoreduksi (Wahyuni dkk, 2002). Peningkatan permukaan aktif fotokatalis dapat dilakukan dengan menurunkan ukuran partikel oksida tersebut. Penurunan ukuran partikel ZnO dapat diperoleh antara lain dengan cara mempreparasi oksida tersebut di dalam struktur zeolit, karena rongga zeolit dapat membatasi pertumbuhan partikel oksida tersebut.

Lestari (2003) telah membuktikan bahwa zeolit ZnO dapat mengkatalisis fotoreduksi ion Cr(VI) dengan aktivitas yang lebih tinggi daripada ZnO tanpa zeolit. Selain itu juga, ukuran partikel yang lebih besar akan menyebabkan luas permukaan yang semakin kecil dan proses penyerapan cahaya menjadi rendah, sehingga efektifitas fotoreduksi menjadi berkurang (Ridho dkk, 2013).

Menurut Santosa (2001) bahwa efektivitas fotoreduksi tersebut dapat meningkat nyata dengan penambahan ZnO. ZnO dapat terdispersi merata sehingga luas permukaan aktifnya meningkat. Selain itu, dengan semakin banyaknya fotokatalis yang ditambahkan akan dapat menyebabkan kekeruhan pada larutan sehingga dapat menghalangi sinar ultra violet (UV) yang masuk dan mengakibatkan pembentukan elektron yang dihasilkan dari fotokatalis tidak maksimal, sehingga efektivitas fotoreduksi akan menurun. Jadi jelas bahwa jumlah fotokatalis yang besar tidak selalu memberikan hasil yang lebih tinggi (Hoffman dkk, 1995).

Mekanisme fotokatalisis Zeolit Y-ZnO telah dikemukakan sebagai berikut (Hoffman dkk, 1995) Jika suatu semikonduktor dikenai cahaya ($h\nu$) dengan energi yang sama atau lebih besar dari E_g , maka sebuah elektron pada pita valensi akan tereksitasi menuju pita konduksi (e_{cb}^-) sambil meninggalkan lubang positif (*hole*, disingkat h_{vb}^+) pada pita valensi. Sebagian pasangan e_{cb}^- dan h_{vb}^+ akan bergabung

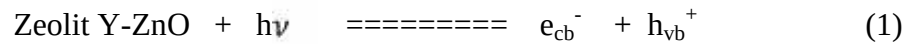
kembali (rekombinasi), baik dipermukaan atau didalam *bulk* partikel fotokatalis. Sementara itu sebagian e_{cb}^- dan h_{vb}^+ dapat bertahan sampai dipermukaan semikonduktor. Bila ada suatu oksidator maka elektron pada pita konduksi akan menginisiasi reaksi reduksi disekitar permukaan semikonduktor, yang disebut dengan reaksi fotoreduksi, spesies h_{vb}^+ pada permukaan Zeolit Y-ZnO merupakan oksidator yang kuat sehingga dapat mengoksidasi spesies kimia lainnya yang mempunyai potensial redoks lebih kecil, seperti molekul air dan gugus hidroksil yang akan menghasilkan radikal $\cdot OH$, secara umum mekanisme fotokatalitik Zeolit Y-ZnO dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



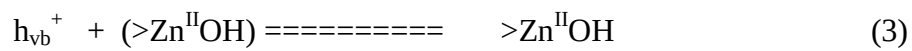
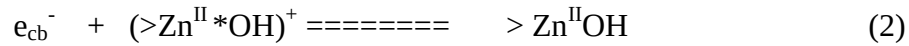
Gambar 1. Mekanisme Fotokatalitik Zeolit Y-ZnO (Hoffman dkk, 1995)

Reaksi-reaksi dan mekanisme kerja fotokatalis Zeolit Y-ZnO pada Gambar 1 dapat dituliskan sebagai berikut :

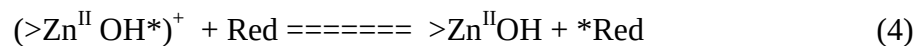
1. Pembentukan pembawa muatan oleh foton.



2. Rekombinasi pembawa muatan.



3. Inisiasi reaksi oksidasi



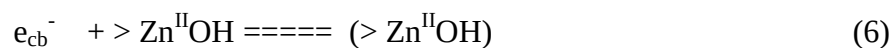
4. Inisiasi reaksi reduksi



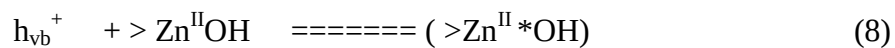
5. Reaksi terminasi

Seandainya ada reaksi hidrolisis atau reaksi dengan oksigen aktif, dan reaksi fotokatalitik akan menghasilkan produk-produk yang lebih sederhana.

6. Penjebakan (*trapping*) elektron.



7. Penjebakan (*trapping*) lubang

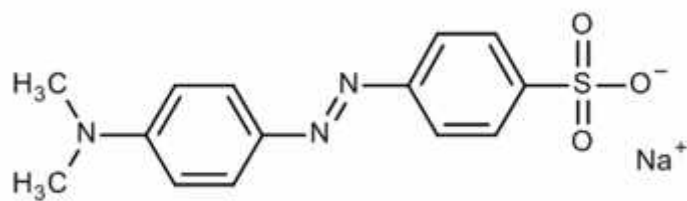


yang mana simbol “>” menunjukkan permukaan fotokatalis Zeolit Y-ZnO, >ZnOH adalah bentuk terhidrat dari Zeolit Y-ZnO, Red (reduktan) adalah pendonor elektron, Oks (Oksidan) adalah akseptor elektron, (>Zn^{II}*OH) adalah

permukaan dari pengebakan $h\nu_b^+$ (radikal $\cdot\text{OH}$) dan $(>\text{Zn}^{\text{II}}\text{OH})$ adalah permukaan dari pengebakan e_{cb}^- (Hoffman dkk,1995).

D. Methyl Orange

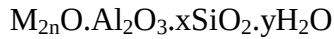
Methyl Orange adalah salah satu indikator yang sering digunakan dalam titrasi asam basa. *Methyl Orange* juga disebut sebagai pewarna azo. *Methyl Orange* mempunyai rumus $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$ atau sering disebut asam P-[(P-dimetil amino)phenil]azobenzen sulfonit. Dengan struktur ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur *Methyl Orange* (Sandberg dkk, 1972)

E. Zeolit

Zeolit merupakan kristal alumina-silika yang mempunyai struktur berongga atau berpori dan mempunyai sisi aktif yang bermuatan negatif yang mengikat secara lemah kation penyeimbang muatan. Zeolit terdiri atas gugusan alumina dan gugusan silika-oksida yang masing-masing berbentuk tetrahedral dan saling dihubungkan oleh atom oksigen sedemikian rupa sehingga membentuk kerangka tiga dimensi. Zeolit memiliki rumus umum sebagai berikut:



Dimana:

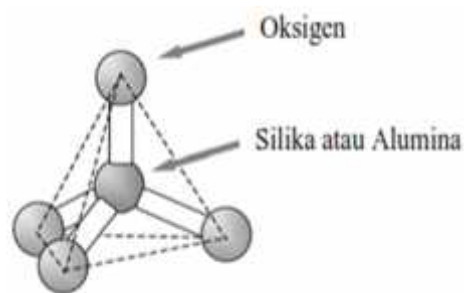
M = Kation alkali atau alkali tanah

n = Valensi logam alkali

x = Bilangan tertentu (2 s/d 10)

y = Bilangan tertentu (2 s/d 7)

Karakteristik umum dari sebuah zeolit adalah memiliki struktur 3 dimensi dengan 4 struktur kerangka penghubung dari tetrahedral TO_4 (unit bangunan dasar), dimana T adalah kation yang terkoordinasi secara tetrahedral (T=Si atau Al) dengan atom O berada diantara atom T, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Zeolit (Haag dkk, 1984)

Zeolit memiliki kegunaan yang cukup luas dibandingkan mineral lain, seperti pada industri kimia digunakan sebagai adsorben (Amrulloh, 2014), penukar ion (Kiti, 2012) dan katalis reaksi (Auerbach dkk, 2003; Bourikas dkk, 2006). Hal ini disebabkan zeolit memiliki beberapa keunggulan yaitu bentuk yang unik, struktur berpori, dan kekuatan asam yang dapat dikontrol. Selain itu, zeolit memiliki sifat-sifat istimewa, sehingga banyak diminati dalam proses industri. Beberapa sifat zeolit antara lain sebagai berikut:

a. Dehidrasi

Sifat dehidrasi ini akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat

melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan. Dengan lepasnya molekul air, zeolit akan memiliki kemampuan untuk menyerap air dari lingkungannya, dan sifat ini telah dimanfaatkan secara luas untuk pemisahan air dari produk industri misalnya untuk pemisahan air dari etanol (Diaz dkk, 2010).

b. Adsorpsi

Bila zeolit dipanaskan pada suhu 200- 400°C, maka kandungan air akan menguap sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30% dari beratnya dalam keadaan kering. Zeolit dapat memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Sifat zeolit ini dimanfaatkan secara luas untuk mengadsorpsi air dan etanol (Simo dkk, 2009).

c. Penukar Ion

Kenetralan zeolit oleh ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga penukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat zeolit sebagai penukar ion tergantung dari sifat kation, suhu dan jenis anion (Erianti, 2018).

d. Katalisator

Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang luas dan memiliki sisi aktif dengan adanya rongga intrakristalin zeolit yang digunakan sebagai katalis. Reaksi katalitik dipengaruhi oleh ukuran rongga dan sistem alur. Sifat zeolit sebagai katalis ini

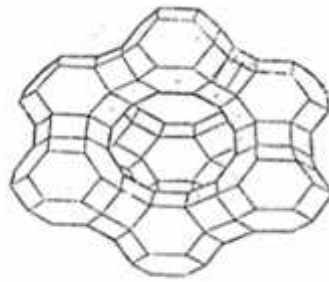
telah banyak digunakan misalnya zeolit sebagai katalis pirolisis (Satria, 2017) dan zeolit sebagai katalis transesterifikasi (Meliyana, 2015).

e. Penyaringan / pemisahan

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat dari suatu campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (antara 2-3 Å). Volume dan ukuran garis tengah ruang kosong dalam kristal-kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat masuk ke dalam pori, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar dari pori akan tertahan. Untuk mendapatkan kandungan aluminium yang optimum pada zeolit dapat dilakukan dengan metode dealuminasi. Dealuminasi dapat digunakan untuk mengontrol aktivitas keasaman dan ukuran pori-pori zeolit yang berhubungan dengan fungsi zeolit sebagai penyerap (Khairinal dan Trisunaryanti, 2000).

F. Zeolit Y

Zeolit Y merupakan salah satu jenis zeolit sintetis yang banyak digunakan saat ini. Zeolit Y memiliki rumus oksida $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 8,9\text{H}_2\text{O}$ yang merupakan zeolit sintetis jenis faujasit yang kaya akan silika dengan bentuk struktur SBU D6R (Zahro dkk, 2014). Struktur dasar zeolit-Y ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Dasar Zeolit Y (Monsalve, 2004)

Zeolit Y terdiri dari satu kesatuan mata rantai sangkar sodalit yang berikatan membentuk cincin ganda beranggotakan enam yang dihubungkan dengan atom oksigen. Zeolit Y memiliki rasio Si/Al yang spesifik untuk setiap jenis zeolit yaitu sebesar 1,5-3. Zeolit Y dapat terdekomposisi pada suhu 793°C (Rahman dkk, 2009). Kegunaan penting zeolit-Y adalah sebagai padatan pendukung katalis untuk reaksi hidrorengkah fraksi berat minyak bumi. Zeolit Y juga dapat digunakan sebagai katalis, penukar ion, adsorben, dan aplikasi lainnya karena porinya yang besar dibandingkan dengan jenis zeolit faujasit lainnya seperti zeolit NaX. Zeolit Y lebih stabil dan lebih aktif pada temperatur tinggi karena memiliki kandungan silika yang tinggi dan rasio Si/ Al yang lebih besar dibandingkan zeolit NaX (Kiti, 2012).

Beberapa penelitian pembuatan Zeolit Y telah dilakukan diantaranya yaitu sintesis zeolit-Y dengan sumber silika dari ampas tebu dengan menggunakan variasi suhu hidrotermal. Variasi suhu yang dilakukan adalah 60, 80, dan 100°C selama 24 jam dengan komposisi molar 10 Na₂O: 6,2 Al₂O₃: 15 SiO₂: 300 H₂O. Hasil penelitian data XRD menunjukkan bahwa pada suhu kristalisasi 80°C

terbentuk Zeolit Y dengan pengotor berupa Zeolit P paling sedikit. Rasio molar Si/Al dari Zeolit hasil sintesis sebesar 2,43.

Kamarudin dkk (2004) melaporkan telah mensintesis Zeolit dari silika sekam padi, mula-mula sekam padi dibakar dalam *furnace* pada suhu 450, 600 dan 800°C dengan rata-rata pemanasan 5°C/menit. Abu yang terbentuk dicuci dengan NaOH pada suhu 800°C selama 2 jam, kemudian dicampurkan dengan gel (natrium aluminat dan natrium hidroksida) dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 14 jam. Zeolit yang terbentuk dikarakterisasi dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), diketahui Zeolit yang terbentuk bertipe Zeolit Y dan P. Analisis adsorpsi nitrogen diketahui luas permukaannya 39-211 m²/g, volume pori 0,014-0,075 cm³/g dan rata-rata diameter pori 2,95-6 nm.

Fathizadeh dan Ordou (2011) mensintesis Zeolit Na-Y dengan metode hidrotermal menggunakan seeding kristal tanpa adanya templat organik dengan memodifikasi pH pada pembentukan gelnnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gel akan terbentuk pada pH diatas 12,5 dan dibawah pH tersebut pembentukan gel tidak terjadi. Rata-rata ukuran kristal Zeolit Na-Y yang terbentuk sebesar <1 µm dengan rasio molar Si/Al sebesar 2,43. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan Zeolit Y dengan metode sol-gel.

G. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah instrumen yang mengukur absorpsi atau penyerapan cahaya dengan energi (panjang gelombang) tertentu oleh suatu atom atau molekul.

Spektrofotometer yang digunakan dalam daerah spectrum Ultra Violet (UV) dan Visual (Vis). Molekul dalam daerah energi ini akan mengalami transisi elektron. Spektroskopi UV-Vis merupakan suatu spektroskopi absorpsi berdasarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 160 sampai 780 nm (Skoog, 2003). Prinsip dari UV-Vis berdasarkan interaksi antara materi dengan cahaya, cahaya yang dimaksud berupa (UV) dan (Vis), sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul yang lebih berperan adalah elektron valensi.

Spektrofotometer yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer.

Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditranmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi ditranmisikan fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2003).

Spektrofotometer UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif ketimbang kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi yang secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, diemisikan, atau direfleksikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Secara umum spektrofotometer UV-Vis memiliki 3 tipe yaitu rancangan berkas tunggal (*single beam*), rancangan berkas ganda (*double beam*), dan multichannel (Skoog dkk, 1998).

Apabila radiasi ultraviolet atau sinar tampak yang dikenakan pada suatu medium yang homogen, maka sebagian sinar datang akan direfleksikan, sebagian

akan diabsorpsi, dan sisanya akan ditransmisikan. Jika intensitas sinar datang dinyatakan sebagai I_0 , intensitas sinar yang direfleksikan sebagai I_r , intensitas yang diabsorpsi sebagai I_a dan intensitas sinar yang ditransmisikan sebagai I , maka $I_0 = I_r + I_a + I$. Pada spektrofotometer ultraungu-tampak untuk antarmuka gelas-udara (*air-glass interfaces*) I_r dapat dieliminasi dengan menggunakan kontrol, yaitu sel pembanding, sehingga $I_0 = I_a + I$ (I_0 di sini adalah intensitas sinar yang diteruskan oleh sel pembanding). Alat spektrofotometer uv-vis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alat Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah *ultraviolet* (200–350 nm) dan sinar tampak (350 – 800 nm) oleh suatu senyawa. Dalam metoda spektrometri, larutan sampel menyerap radiasi elektromagnetik dari sumber cahaya, dimana jumlah radiasi yang diserap sebanding dengan banyaknya analit dalam larutan.

Tabel 1. Warna Komplementer Panjang Gelombang Tertentu (Underwood, 2002)

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400-435	Violet	Kuning-Biru
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-biru	Oranye
490-500	Biru-hijau	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-hijau	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-610	Oranye	Hijau-biru
610-750	Merah	Biru-hijau

Metode Spektrofotometer UV-Vis banyak digunakan untuk penetapan senyawa organik yang digunakan untuk penetapan jumlah senyawa yang sangat kecil.

Berikut spektrum gelombang elektromagnetik (Triyati, 1985)

Tabel 2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Macam sinar	Panjang gelombang
SinarX	10 - 100 pkm
Ultra-violet jauh	10 - 200 nm
Ultra-violet dekat	200 - 400 nm
Sinar Tampak	400 - 750 nm
Infra-merah dekat	0,75 - 2 μ m
Infra-merah tengah	2,5 - 50 μ m
Infra-merah jauh	50 - 1000 μ m
Gelombang mikro	0,1 - 100 cm
Gelombang radio	1 - 1000 m

Spektrofotometer *UV-Vis (Ultraviolet-Visible)* adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel

apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa. Spektrofotometer UV-Vis merupakan metode penting yang mapan, handal, dan akurat.

Pelarut untuk spektrofotometer UV harus memiliki sifat pelarut yang baik dan memancarkan sinar UV dalam rentang UV yang luas (Khopkar, 1990).

Spektrofotometer UV-Vis dapat melakukan penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Menurut Mulja dan Suharman (1995) untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan pelarut yang dipakai antara lain:

1. Pelarut yang dipakai tidak mengandung sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna.
2. Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis.
3. Kemurniannya harus tinggi atau derajat untuk analisis.

Absorbansi dari larutan sampel yang diukur Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur intensitas sinar yang dilalui menuju sample (I) dan membandingkan dengan intensitas sinar sebelum dilewatkan ke sampel tersebut (I_0). Rasio I/I_0 disebut transmittan (T), sedangkan absorbansi diperoleh dari transmittan tersebut dengan rumus $A = -\log T$ sesuai dengan hukum dasarnya yaitu hukum Lambert Beer. Hukum Lambert-Beer ini juga memiliki kelemahan, yaitu kenaikan konsentrasi menjadi 2x atau 3x konsentrasi tidak mengubah nilai serapan menjadi 2x atau 3x serapan mula-mula. Ketidaklinieran hubungan antara serapan dengan konsentrasi tersebut dinamakan penyimpangan dari hukum Lambert-Beer (Harvey, 2000).

1. Interaksi Cahaya dengan Materi

Cahaya elektromagnetik dapat dipertimbangkan sebagai bentuk energi cahaya

sebagai transfer gelombang. Bentuk sederhana dari cahaya elektromagnetik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gerakan Gelombang Cahaya Elektromagnetik (Kristianingrum, 2014).

Panjang gelombang (λ) merupakan jarak antara dua gunung atau lembah yang berdampingan dari gelombang itu. Hubungan antara panjang gelombang, dengan frekuensi dirumuskan dengan persamaan :

$$C = \lambda \cdot \nu \text{ atau } \lambda = c/\nu$$

Keterangan :

λ : panjang gelombang (cm)

ν : frekuensi (dt^{-1} atau hertz, Hz)

c : kecepatan cahaya ($3 \times 10^{10} \text{ cm dt}^{-1}$).

Hubungan antara energi (E) dan panjang gelombang (λ) dituliskan sebagai berikut:

$$E = h c / \lambda$$

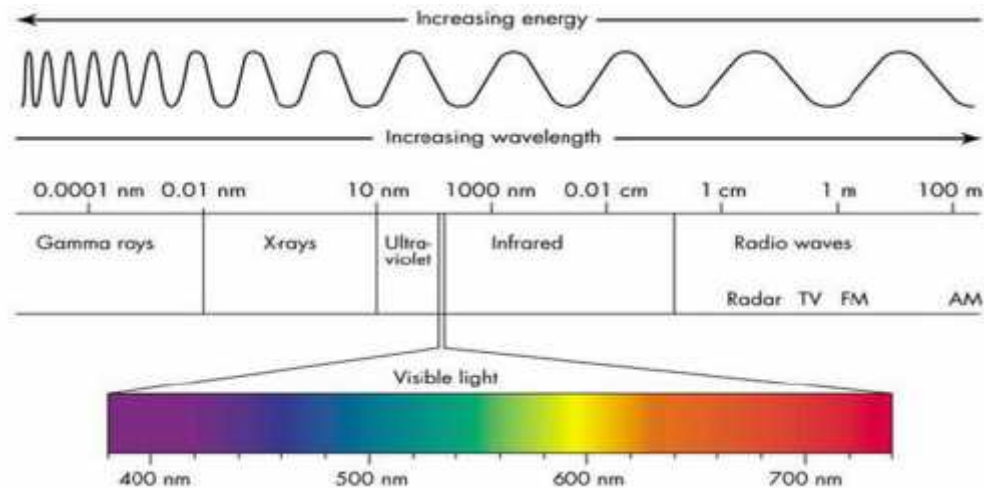
Keterangan :

E : energi cahaya (erg)

h : konstanta Planck ($6,62 \times 10^{-27} \text{ erg det}$)

c : kecepatan cahaya (3×10^{10} cm dt-1)
 λ : panjang gelombang (cm)

Spektrum elektromagnetik menyeluruh dikelompokkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Spektrum Elektromagnetik (Kristianingrum, 2014)

Pada spektrum elektromagnetik pada Gambar 7 terlihat daerah ultra violet (UV) sekitar 10 nm – 380 nm, tetapi paling banyak penggunaannya secara analitik dari 200 – 380 nm dan disebut sebagai UV pendek (dekat). Dibawah 200 nm, udara dapat mengabsorpsi sehingga instrumen harus dioperasikan kondisi vakum, daerah ini disebut dengan daerah UV vacuum (Kristianingrum, 2014).

2. Instrumen Spektrofotometer Ultraungu-Tampak

Instrumen dari spektrofotometer ultraungu-tampak terdiri dari sumber radiasi, monokromator, wadah sampel, detektor dan *visual display* atau *recorder*, yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Sumber Radiasi

Sumber radiasi yang biasa digunakan untuk daerah tampak adalah lampu tungsten, yang menghasilkan radiasi antara 340 – 800 nm. Sedangkan untuk daerah *ultraviolet* digunakan tabung deuterium yang menghasilkan radiasi pada interval 200 - 340 nm. Peralatan Spektrofotometer yang baru secara otomatis dapat memindahkan dari satu lampu ke lampu lainnya (Kannedy, 1990). Gambar lampu tungsten dan deuterium dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Lampu Tungsten (Arisandi, 2006)



Gambar 9. Deuterium (Arisandi, 2006)

2. Monokromator

Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah *gratting* atau lensa prisma dan filter optik. Jika digunakan *grating* maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang diteruskan sesuai dengan warna lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan (Kristianingrum, 2014).

3. Wadah Sampel

Sampel biasanya ditempatkan pada wadah tabung atau kuvet yang terbuat dari kaca, kuarsa atau material transparan lainnya. Kuvet kaca menyerap cahaya pada daerah ultraviolet, sehingga hanya dapat digunakan pada panjang gelombang di atas 340 nm. Kuvet *disposable* yang biasa dijumpai saat ini terbuat dari bahan polimer polimetakrilat atau polistirena. Gambar kuvet *disposable* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh Kuvet *Disposable* (Arisandi, 2006)

4. Detektor

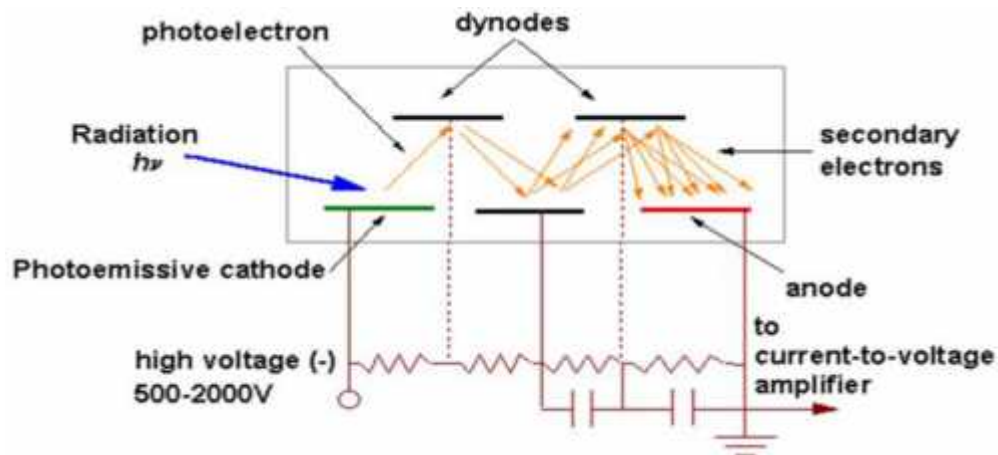
Intensitas cahaya yang melewati sampel diukur dengan detektor sensitif cahaya.

Detektor terdiri dari suatu katoda dan anoda. Apabila foton mengenai katoda, suatu elektron akan terpancar dan tertarik ke anoda menyebabkan timbulnya aliran listrik yang besarnya dapat direkam oleh alat pencatat.

Menurut Kristianingrum (2014) syarat-syarat sebuah detektor :

- a. Kepekaan yang tinggi;
- b. Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi;
- c. Respon konstan pada berbagai panjang gelombang;
- d. Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi;
- e. Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.

Spektrofotometer ultraungu-tampak menggunakan detektor *phototube* atau *photomultiplier tube* (PMT). Tabung *photomultiplier* terdiri dari rangkaian *phototube*. Mekanisme yang terjadi pada phototube dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Mekanisme yang Terjadi pada *Phototube* (Arfansyah, 2006)

5. Layar Visual (*Visual Display*) / Pencatat (*Recorder*)

Visual display atau *Recorder* berfungsi untuk menampilkan hasil pengamatan dan merupakan sistem baca yang memperagakan besarnya isyarat listrik, menyatakan dalam bentuk % transmittan maupun absorbansi (Kannedy, 1990).

H. Validasi Metode

Validasi adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu pada prosedur penetapan yang dipakai untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004). Parameter yang dapat ditentukan pada validasi metode adalah akurasi, presisi, limit deteksi, limit kuantifikasi, dan linearitas. Validasi metode digunakan untuk pembuktian apakah suatu metode pengujian sesuai untuk maksud atau tujuan tertentu dan untuk jaminan mutu hasil uji yang dievaluasi secara objektif. Validasi terhadap suatu metode analisa menjadi faktor penting karena hanya metode analisa yang telah dibuktikan validitasnya maka hasil pengukurannya bisa dipertanggung jawabkan dan dipergunakan sebagai landasan dalam perhitungan berikutnya.

1. Akurasi (Ketepatan)

Akurasi pada metode analisis adalah kedekatan nilai hasil uji yang diperoleh dari harga sebenarnya, dapat dinyatakan dalam persen perolehan kembali analit pada penentuan kadar sampel yang mengandung suatu analit dalam jumlah yang diketahui. Akurasi merupakan ukuran ketepatan prosedur analisis. Persen perolehan kembali (% *recovery*) dapat dinyatakan dalam rumus:

$$\% \text{ perolehan kembali} = \frac{C_F - C_A}{C_S} \times 100\%$$

Keterangan :

C_F : konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

C_A : konsentrasi sampel sebenarnya

C_S : konsentrasi standar yang ditambahkan

(Septiana, 2009).

2. Presisi (Ketelitian)

Presisi adalah derajat kesesuaian diantara masing-masing uji, jika pada prosedur analisis diterapkan berulang kali pada sejumlah cuplikan yang diambil dari sampel homogen. Hasil analisis dinyatakan sebagai simpangan baku (SD) dan simpangan baku relatif (RSD). Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan :

SD : standar deviasi
 RSD : simpangan baku relatif
 x : kadar sampel yang diperoleh
 $\bar{x}$: kadar rata-rata
 n : jumlah pengulangan analisis

2. Limit Deteksi dan Limit Kuantifikasi

Limit deteksi (LoD) menggambarkan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur. Limit kuantifikasi (LoQ) menggambarkan konsentrasi terendah analit dalam sampel yang dapat dianalisis dengan presisi dan akurasi di bawah kondisi percobaan tertentu. Metode yang digunakan untuk menentukan kadar sampel yang menghasilkan rasio signal-to-noise 3:1 untuk LoD dan 10:1 untuk LoQ. Limit deteksi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$LoD = \frac{3 \times SD}{s} \text{ dan } LoQ = \frac{10 \times SD}{s}$$

Keterangan :

SD : standar deviasi dari y-intersep

S : slope

3. Linearitas

Linearitas adalah kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil uji yang secara langsung proporsional dengan konsentrasi analit pada kisaran yang diberikan. Linearitas suatu metode menjadi ukuran baik atau tidaknya kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon (y) dengan konsentrasi (x). Uji linieritas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi larutan standar, dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis lurus atau regresi dan koefisien korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang dihasilkan (Ariska, 2018)

Grafik kurva standar diperoleh dari hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi dengan menggunakan persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$y = a + bx$$

keterangan :

y : absorbansi sampel

a : intersep

b : slope

x : konsentrasi sampel

III. METODOLOGI PENELITIAN

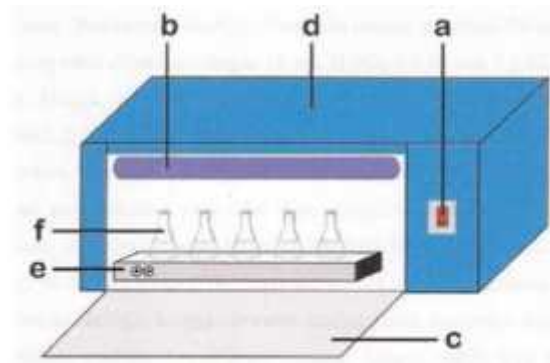
A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dari bulan Juni sampai dengan bulan Desember 2018. Karakterisasi *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) dilakukan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung dan Karakterisasi XRD dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Institut Teknologi Surabaya.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas dan alat pendukung lainnya, Spektrofotometer UV-Vis, pH meter, *Scanning Elektron Microscopy* (SEM), XRD, reaktor fotoreduksi sinar tampak, pengaduk magnetik, lux meter, tanur, dan neraca analitik.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pewarna tekstil *Methyl Orange*, zeolit-Y, ZnSO_4 , Zeolit Y-ZnO, H_2SO_4 0,01 M, NaOH 0,01 M dan akuades.



Gambar 12. Reaktor fotoreduksi

Keterangan :

- (a) switch (on/off)
- (b) lampu UV
- (c) jendela
- (d) dinding reaktor
- (e) plat pengaduk magnet
- (f) erlenmeyer berisi larutan sampel

C. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Larutan Baku Pewarna *Methyl Orange*

- a. Timbang 1,0 gram pewarna *Methyl Orange*, dilarutkan menggunakan akuades dalam labu takar hingga tanda batas 1000 mL. Diperoleh larutan pewarna tekstil *Methyl Orange* 1000 ppm.
- b. Siapkan larutan uji pewarna tekstil *Methyl Orange* 10 ppm dengan cara mengencerkan larutan baku 100 ppm.
- c. Tentukan panjang gelombang (λ) optimum larutan pewarna tekstil *Methyl Orange*.
- d. Buat kurva kalibrasi dengan membuat variasi larutan baku 9, 7, 5, 3, dan 1 ppm. Ukur absorbansi deret larutan baku tersebut pada panjang gelombang optimum.

2. Penentuan Kuat Cahaya Optimum Degradasi *Methyl Orange*

Penentuan kuat cahaya dilakukan dengan cara mengukur kuat cahaya dengan menggunakan lux meter dengan cara memasukkan lux meter kedalam reaktor fotoreduksi dengan lampu dalam keadaan hidup dan diperoleh kuat cahaya sebesar 8000 Lux.

3. Penentuan Waktu Optimum Degradasi *Methyl Orange*

100 mL larutan pewarna *Methyl Orange* 50 ppm dimasukkan ke dalam reaktor fotoreduksi dan diaduk dengan kecepatan pengadukkan 8000 rpm. Pengukuran kuat cahaya menggunakan luxmeter sebesar 8000 Lux selama 0; 30; 60; 90; 120; dan 150 menit. Ukur absorbansi larutan menggunakan spektrofometer UV-Vis, diperoleh waktu optimum degradasi *Methyl Orange*.

4. Penentuan pH Optimum Degradasi *Methyl Orange*

50 mL larutan pewarna *Methyl Orange* 50 ppm diukur nilai pHnya menggunakan pH meter. Selanjutnya dengan menggunakan kuat cahaya dan waktu optimum yang telah diperoleh, kemudian ditentukan pengaruh pH dengan variasi pH 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; dan 8,0. Dengan penambahan NaOH 0,01 M dan H₂SO₄ diukur absorbansi larutan, dan diperoleh pH optimum degradasi *Methyl Orange*.

5. Pengaruh Penggunaan Katalis Zeolit-Y tanpa ZnO

Dengan menggunakan kuat cahaya, waktu optimum dan pH optimum. 50 mL larutan pewarna tekstil *Methyl Orange* 50 ppm digunakan 2, 4, 6, 8, dan 10 mg Zeolit Y, kemudian dimasukkan kedalam reaktor fotoreduksi. Larutan hasil fotoreduksi dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 463 nm.

6. Penyiapan Katalis Zeolit Y-ZnO

Timbang 5 gram Zeolit Y dan timbang ZnSO_4 sebanyak 3,22 gram. ZnSO_4 sebanyak 1,61 gram tersebut diencerkan dalam 100 mL aquades, kemudian 2 bahan tersebut dimasukkan kedalam gelas kimia 400 mL lalu dipanaskan pada suhu 60°C dan diaduk dalam magnetik stires selama ± 12 jam, hasil tersebut kemudian dioven pada suhu 100°C selama 24 jam. Hasil oven di gerus menggunakan alu dan mortar sampai halus, kemudian serbuk Zeolit Y-ZnO tersebut sebagian dikalsinasi pada suhu 600°C selama 2 jam dan sebagian di simpan dalam wadah botol film. Hasil kalsinasi di karakterisasi menggunakan XRD dan SEM.

7. Pengaruh Penggunaan Katalis Zeolit Y-ZnO

Dengan menggunakan kuat cahaya, waktu optimum dan pH optimum. 50 mL larutan pewarna tekstil *Methyl Orange* 50 ppm kemudian digunakan 2, 4, 6, 8, dan 10 mg Zeolit Y-ZnO, dimasukan kedalam reaktor fotoreduksi. Kemudian larutan

hasil fotoreduksi dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 463 nm.

8. Validasi Metode

8.1. Penentuan Linieritas Kurva Kalibrasi Larutan *Methyl Orange*

Dibuat larutan *Methyl Orange* dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm, dan 9 ppm. Masing-masing larutan tersebut diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Nilai absorbansi yang diperoleh dibuat persamaan linier hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi. Nilai r yang diperoleh menggambarkan linieritas.

8.2. Penentuan Limit Deteksi (LoD) dan Limit Kuantifikasi (LoQ)

Penentuan LoD dan LoQ untuk *Methyl Orange* diperoleh dari pengukuran pewarna tekstil *Methyl Orange* yang diambil dari konsentrasi yang paling rendah dari penentuan linieritas (1 ppm). Larutan tersebut diukur absorbansinya sebanyak 10 kali pengulangan.

8.3. Penentuan Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan mengukur suatu sampel air yang ditambahkan sedikit larutan *Methyl Orange*. Sampel tersebut diukur dengan 10 kali pengulangan. Nilai absorbansi yang telah diperoleh ditentukan nilai konsentrasi, simpangan baku (SD) serta nilai relatif standar deviasi (RSD). Metode dengan

presisi yang baik ditunjukkan dengan perolehan relatif standar deviasi (RSD) < 2%.

8.4. Penentuan Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan cara menambahkan larutan yang diukur pada penentuan presisi dengan larutan yang sudah diketahui konsentrasinya (7 ppm). Kemudian campuran diukur absorbansinya dengan 10 kali pengulangan. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung nilai *recovery* nya.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. pH optimum degradasi *Methyl Orange* adalah pada pH 4.
2. Dalam fotoreduksi semakin lama waktu fotoreduksi maka semakin besar pula penurunan absorbansi pada larutan *Methyl Orange*.
3. Semakin besar penambahan katalis pada fotoreduksi maka semakin besar pula penurunan absorbansi pada larutan *Methyl Orange*.
4. Dalam fotoreduksi semakin banyak jumlah penambahan katalis maka nilai absorbansi yang diperoleh maka akan semakin menurun.
5. Nilai uji linearitas diperoleh hasil r sebesar 0,996.
6. Nilai uji limit deteksi dan limit kuantifikasi yang diperoleh sebesar 0,159 dan 0,530.
7. Nilai uji presisi diperoleh nilai simpangan baku sebesar 0,0162 dan % simpangan baku relatif sebesar 0,872%.
8. Serta nilai % *recovery* yang dihasilkan sebesar 106,096%.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan bahwa:

1. Penulis menyarankan penelitian selanjutnya ditambahkan variasi kuat cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrulloh, H. 2014. Skripsi: *Sintesis Zeolit Berbasis Silika Sekam Padi Menggunakan Metode Sol-Gel dan Karakterisasinya*. Departemen Kimia FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung. 41-66.
- Ahvenainen P., Kontro I., and Svedstrom K. 2016. *Comparison of Sample Crystallinity Determination Methods by X-ray Diffraction for Challenging Cellulose I Materials*. PACS. 61 (5) : 1-13.
- AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. AOAC International.
- Arfansyah, Aswin. 2006. Skripsi: *Studi Analisis Vanillin Menggunakan Ion Logam Fe secara Spektrofotometer Ultraungu-Tampak*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Arisandi, D. 2006. *Studi Analisis Vanillin Menggunakan Ion Logam Cu(II) secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ariska, N. 2018. *Studi Analisis Ion Logam Cd(II) dengan Asam Tanat Menggunakan Spektrofotometer Ultraungu-Tampak*. Jurusan Kimia FMIPA UNILA. Bandar Lampung.
- Aryanto, A. Dan Nugrah, I. 2015. *Kajian Fotodegradasi Methyl Orange dengan Menggunakan Komposit TiO₂-Montmorillonit*. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Auerbach, S., Carrado, K., and Dutta, P. 2003. *Handbook Of Zeolite Science And Technology*. Marcel Dekker Inc. New York.

- Bourikas, K., Cordulis, Ch., and Lycourghiotis, A.L. 2006. The Mechanism of Retention of Vanadium Oxo-Species at The Titanium Oxide/Aqueous Solution Interface. *Catalyst Reviews*. 48:363-371.
- Budi, S.S. 2006. *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas, dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair*. Program Studi Ilmu Lingkungan. Univesritas Diponegoro. Semarang.
- Chan, C.C., H.L.Y.C. LEE, and X. Zhang. 2004. *Analytical Method Validation and Instrumental Performant Verification*. Willey Intercine A. John Willy and Sons. Inc., Publication.
- Christian, G.D. 1994. *Analytical Chemistry*. Fourth Edition. Jhon Wiley & Sons, Inc. University of Washington. Hal 676.
- Diaz, J.C., Chavez, I.D.G., Giraldo, L., and Pirajan, J.C.M. 2010. Separation of Ethanol- Water Mixture Using Type- A Zeolite Molecular Sieve. *E-Journal of Chemistry*. ISSN: 0973-4945.
- Erianti, M. 2018. *Pembuatan Zeolit-Y dari Sekam Padi dan Kaleng Alumunium Bekas sebagai Katalis Pengolahan Campuran Onggok dan Minyak Biji Karet menjadi Liquid Fuel dengan Metode Pirolisis*. Jurusan Kimia FMIPA UNILA. Bandar Lampung.
- Fathizadeh, M. dan Ordou, N. 2011. *Controlling Yield of Na-Y Zeolite Synthesis by Hydrothermal Method*. *Int. J. Ind. Chem.* 2(4):190-195.
- Fraditasari, R., Wardhani, S., dan Khunur, M.M. 2015. *Degradasi Methyl Orange menggunakan Fotokatalis TiO₂-N: Kajian Pengaruh Sinar dan Konsentrasi TiO₂-N*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Haag, W.O., Lago, R.M., and Weisz, P.B. 1984. *The Active Site of Acidic Aluminosilicate Catalysts*. *Nature*. 309:589-591.
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksana Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasian. 1(3): 117-135.

- Harvey, D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. Mc Graw-Hill. New York.
- Heaton, A. 1994. *The Chemical Industry, Second Edition, Blackie Academic and Profesional*. Chapman and Hall London. London.
- Hoffman, M.R., Martin, S.T., Choi, W., and Bahnemann, D.W. 1995. *Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis*. Chem.Rev., 95, 69-96.
- Kamarudin, K. S. N., Wah, L. M., Yuan, C. Y., Hamdan, H., and Mat, H. 2004. Rice Husk based Zeolite as Methane Adsorbent. *Paper presented at 18th Symposium of Malaysian Chemical Engineers*. University Teknologi Petronas. Tronoh. Perak.
- Kannedy, H.J. 1990. *Principles Analytical Chemistry Second Edition*. Saunders College Publishing. USA.
- Khairinal dan trisunaryati, W. 2000. *Potensi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*. Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII. Yogyakarta.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik Edisi Kedua*. UI Press. Jakarta.
- Khopkar, S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Pres. Jakarta.
- Kiti, E.V. 2012. Tesis: *Synthesis of Zeolites and Their Application to the Desalination of Seawater*. Kwame Nkrumah University of Science and Technology Kumasi. Kumasi.
- Khusnuryani, A. 2008. *Mikrobia Sebagai Agen Penurun Fosfat pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- Kristianingrum, S. 2014. *Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak*. UI Press. Jakarta.

- Laksono, S. 2012. *Pengolahan Biologis Limbah Batik Dengan Media Biofilter*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Lestari, A.D.N., 2003. *Mempelajari Proses Fotoreduksi Cr(VI) Yang Terkatalisis Oleh ZnO-Zeolit*. Program Studi Kimia FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Meliyana, L. 2015. *Skripsi:Preparasi Katalis CaO/SiO₂ Dari CaCO₃ Dan Silika Sekam Padi Dengan Metode Sol Gel Untuk Pengolahan Minyak Nabati Menjadi Biodiesel*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industry*. CV. Rajawali. Jakarta.
- Monsalve, A. G. 2004. *Active Acid Sites in Zeolite Catalyzed Iso-butane/cis-2-Butene Alkylation*. Institut fur Technische Chemie der Technischen Universitat Munchen Lehrstuhl II. Germany.
- Mulja dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Muzamil, MA., 2010. *Dampak Limbah Cair Pabrik Tekstil PT Kenaria Terhadap Kualitas Air Sungai Winong Sebagai Irigasi Pertanian di Desa Purwosuman Kecamatan Sidoharjo Kabupaten Sragen*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rahman, M.M., Hasnida, N., dan Wan, N.W.B. 2009. Preparation of Zeolite Y Using Local Raw Material Rice Husk as a Silica Source. *Journal Of Scientific Research*. 1(2):285-291.
- Rambe, A. 2009. *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa oleifera) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil*. Sekolah Pascasarjan. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Ridho, R. 2013. *Pengaruh Penambahan Katalis TiO₂/Resin, TiO₂/Zeolit dan TiO₂/Karbon Aktif dalam Proses Fotoreduksi Ion Hg(II) dengan Metode SODIS (Solar Desinfection Water)*. UNSYIAH. Banda Aceh. Aceh.

- Sanberg, R.G., Henderson, G.H., White, R.D., and Eyring, E.M. 1972. *Kinetics of Acid Dissociation-Ion Recombination of Aqueous Methyl Orange*. Department of Chemistry, University of Utah. Sat Lake City. Utah 84112.
- Santosa, U. T., 2001. *Kajian Kinetika Reduksi Fotoreduksi Cr(VI) oleh Asam Humat*. UGM. Yogyakarta.
- Satria, Y. A. 2017. Skripsi: *Studi Pirolisis Minyak Biji Jarak Kaliki Menggunakan Zeolit Sintetis Berbasis Silika Sekam Padi sebagai Katalis*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Selvam, K. K., Swaminathan, dan Keon-Sang Chae. 2003. *Decolourization of Azo Dyes and a dye Industry Effluent by a white rot Fungus Thelephora Sp.* Bioresource Tecnology 88. 115-119
- Septiana, Dian. 2009. *Studi Analisis Logam Ca dan Mg Menggunakan Kurkumin dari Ekstrak Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica val.) Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Shareve, R. H., 1988. *The Chemical Proses Industries*. 5th Edition. MC Graw Book Company. LTD. Tokyo. Hal. 263-265.
- Simo, M., Sivashanmugam, S., Brown, C. J., and Hlavacek, V. 2009. *Adsorption/ Desorption of Water and Ethanol on 3A Zeolite in Near-Adiabatic Fixed Bed*. *Ind. Eng. Chem. Res.* 48:9247-9260.
- Skoog, D.A., F.J. Holler., and T.A. Niemann. 1998. *Principle of Instrumental Analysis*. Edisi ke-5. Saunders Collage. Florida.
- Smith, B. 1988. *A Workbook For Pollution Prevention by Source Reduction in Textile Wet Processing*. Pollution Prevention Pays Program of the North Carolina Dibision of Enviromental Management.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 1400*. PT. Gramedia Widia Sarana Indonesia. Jakarta.

- Tejokusumo, B., 2007. *Limbah Cair Industri serta Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Triyati, E. 1985. *Spektrofotometer ultra violet dan sinar tampak serta aplikasinya dalam oseanologi*. J. Oseana. 1(1): 39-47.
- Underwood, A.L., dan Day, R.A. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi ke-6. Erlangga. Jakarta.
- Wardana. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Hal 35,115. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wahyuni, E. T., Mudasir, and Aprilita, N. H., 2002. *Study on Photocatalytic Reduction of Cu(II) Ions by UV Light and TiO₂*. Conference On Chemical Sciences (ICCS). UGM. Yogyakarta. Indonesia.
- Widjajanti, E., R. Tutik, dan M. P. Utomo. 2011. *Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta : 115-122.
- Yuwono, M., dan G. Indrayanto. 2005. Validation of Chromatographic Method of Analysis. *Profiles of Drug Substran, Excipients, and Related Methodology*. 32: 243-259
- Zahro, A., Amalia, S., Adi, T.K., dan Aini, N. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Y dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO₂/Al₂O₃ dengan Metode Sol-Gel. *Jurnal Kimia*. 3:108-117.