

**PREPARASI ALUMINA MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL
DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI
ZAT WARNA METIL ORANGE**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Bidang Studi Kimia**



**KARMILA SARI
08031181520013**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

**PREPARASI ALUMINA MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL
DAN APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI
ZAT WARNA METIL ORANGE**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

KARMILA SARI

08031181520013

Indralaya, 2 Agustus 2019

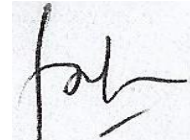
Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si

NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S

NIP.196207131991022001

Mengetahui,

Dean Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Preparasi Alumina menggunakan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metil Orange” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 2 Agustus 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 2 Agustus 2019

Tim Penguji Ilmiah berupa Skripsi

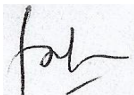
Ketua :

1. **Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si**
NIP. 196808271994022001

()

Anggota :

2. **Dra. Fatma, M.S**
NIP. 196207131991022001
3. **Nova Yuliasari, M.Si**
NIP. 197307261999032001
4. **Drs. Dasril Basir, M.Si**
NIP. 195810091986031005
5. **Dr. Muhammad Said, M.T**
NIP. 197407212001121001

()

()

()

()


Dekan FMIPA
Prof. Dr. Ischaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Mergetahui,

Ketua Jurusan Kimia
Dr. Dedi Rohendi, M.T.
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Karmila Sari
NIM : 08031181520013
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Agustus 2019
Penulis



Karmila Sari
NIM. 08031181520013

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

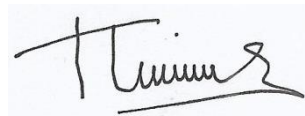
Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Karmila Sari
NIM : 08031181520013
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Preparasi Alumina menggunakan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metil Orange”. Dengan hak bebas *royalty non-eksklusive* ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Agustus 2019
Penulis



Karmila Sari
NIM. 08031181520013

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Alhamdulillah wasyukurillah, laa haula wala qurwwata illa billah”

(terima kasih atas nikmat yang engkau berikan kepada hambamu ini yaa Allah)

“Dan barangsiapa berusaha, maka sesungguhnya usahanya itu untuk dirinya sendiri.” (Al-Ankabut 6).

Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya, dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya), kemudian akan diberi balasan kepadanya dengan balasan yang paling sempurna.” (An-Najm 39-41).

*Alhamdulillahirabbil ‘alamiin..
Akhirnya aku sampai pada titik ini,
Walaupun begitu berat halangan dan rintangan yang aku hadapi tapi Allah selalu ada
buatku untuk memberikan pertolongannya
Aku percaya padamu yaa Allah bahwa engkau lebih tau apa yang terbaik buatku
sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Allah,
Tak henti-hentinya aku mengucapkan syukur padamu ya Allah,
serta shalawat dan salam kepada Tauladanku Rasulullah SAW dan para sahabat yang mulia,
semoga sebuah karya pikiranku ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi
keluargaku tercinta
Aamiiiiin*

Ku persembahkan karyaku kepada:

- ✚ Kedua orang tuaku tersayang
- ✚ Kakak dan ayukku tercinta
- ✚ Keluarga besarku
- ✚ Sahabatku dan Almamaterku
- ✚ Penerus bangsa indonesia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah, perasaan syukur yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada ALLAH SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Preparasi Alumina menggunakan Metode Hidrotermal dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Zat Warna Metil Orange” sebagai persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu Dra. Fatma, M.S selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dukungan, nasehat, serta motivasi kepada penulis, semoga ibu dan bapak sehat dan sukses selalu. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ishaq Iskandar, M. Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Roehendi, M.T selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Hermansyah, Ph. D selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, semangat, motivasi serta dukungan kepada penulis.
4. Ibu Nova Yuliasari, M.Si, bapak Drs. Dasril Basir, M.Si, dan bapak Dr. Muhammad Said, M.T selaku pembahas skripsi. Terimakasih atas saran dan masukannya yang sangat membantu.
5. Bapak Addy Rachmat selaku pembahas seminar proposal dan seminar hasil tetapi serasa pembimbing bagiku. Terimakasih banyak atas saran dan masukannya yang sangat membantu.
6. Dosen staf pengajar jurusan kimia yang telah sangat banyak memberikan ilmu yang bermanfaat, analisis kimia (Yuk Nur, Yuk Yuniar dan Yuk Yanti)

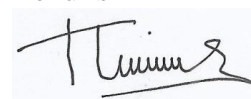
7. dan Karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, semoga sehat selalu.
8. Mbak Novi dan Kak Iin sebagai administrator di Jurusan yang selalu memberikan pelayanan terbaik, semoga sukses selalu buat kalian.
9. Tim Analisis ku semester 7 (Kak Tri, Lisa, Anik, Aldi, Tije dan Fitri), terimakasih ku ucapkan pada kalian yang telah berbagi ilmu selama penelitian.
10. Tim Analisis semester 8 (Devi, Herma, Mifta, Rima, Sarah, Suci, Rahayu dan Citra), terimakasih telah membantuku dalam menyelesaikan penelitianku dan selalu memberikan dukungan dan semangat buatku.
11. Tim Keluarga Besar Analisis, terima kasih banyak atas canda dan tawa kalian karena kalian benar-benar keluarga terbaik bagiku.
12. Kedua orang tuaku, ibu dan ayahku (Ibu Jumila dan Pak Zakaria) yang sangat aku sayangi. Terimakasih atas Do'a dan semua dukungan yang engkau berikan, semoga engkau diberikan umur yang panjang oleh Allah SWT dan selalu mendapatkan rahmat oleh-Nya. Sedikit gelar dunia di belakang namaku, ku persembahkan untuk kalian.
13. Kakak-kakak ku (Suci Anggraini dan Dio Alif Utama) yang sangat aku sayangi yang selalu memberikan semangat dan dukungan buatku semoga kesuksesan selalu ada pada kalian baik sukses di dunia maupun di akhirat kelak. Doa yang terbaik selalu menemani setiap jalan hidup kalian.
14. Keluarga besarku yang berada di desa pegayut, desa sungai rasau, plaju, gasing, jakarta, batu raja dan sekitarnya yang selalu memberikan do'a dan dukungannya buatku.
15. Keluarga SSi (Devi Yulianti, Wisu Apriani, Retno, Gustia Aryanti, Herma Fitri, Mutiara dan Mifta Kholifa), terimakasih aku ucapkan kepada kalian semua yang selalu ada menemaniku disaat suka maupun duka.
16. Keluarga Pinus (Kak Delisa, Pemi, Cica, Devi, Wisu, Retno, Gustia, Mutiara, Herma dan Mifta), terima kasih sebanyak-banyaknya saya ucapkan kepada kalian semua. Kalian adalah benar-benar keliarga terbaikku. Semoga kesuksesan selalu ada pada kalian.

17. Keluarga Pumpkin tiiee-tiiee (Linda Naabila, Alfiana, Sri Laras Wati dan Putri Zaleha) sahabat kecilku, terimakasih banyak telah menjadi teman terbaikku dari kecil, semoga persahabatan kita tetap terjaga sampai di Syurga kelak.
18. Diana teman dari aku SMP, SMA dan sampai sekarang, terimakasih banyak karena selalu menemaniku pergi ketika aku butuhkan.
19. Keluarga COIN dan Kosmic, terimakasih banyak karena sudah menjadi keluarga kecilku di kampus yang tercinta ini. Semoga kalian tetap berjaya.
20. Mbak Muryati dan mbak Chia S2, terimakasih banyak mbak karena selalu menemaniku disaat aku menghadap buk puji sendirian di pasca dan telah memberikan semangat dan motivasi buatku.
21. Semua teman-temanku di kimia angkatan 2015, walaupun aku ini orangnya tidak aktif di dalam angkatan ini, tapi aku bahagia telah mengenal kalian semua dan menjadi bagian dari kimia 2015.
22. Teman-teman SD, SMP dan SMA yang selalu tejalin persahabatan walaupun sudah tidak tau lagi berada dimana.
23. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu-persatu dalam penulisan skripsi ini, semoga ALLAH membalas setiap kebaikan yang telah kalian lakukan dan semoga kesuksesan juga ada pada kalian.

Demikian skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini jauh dari sempurna. Penulis mengaharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih sempurna.

Wassalamu'alaikum

Indralaya, Agustus 2019
Penulis



Karmila Sari
NIM.0803118152001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Alumina	4
2.2. Adsorpsi	6
2.2.1. Pengelompokan Adsorpsi	7
2.2.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Adsorpsi	8
2.2.3. Isoterm Adsorpsi	9
2.2.3.1. Model Isoterm Frenlich	9
2.2.3.2. Model Isoterm Langmuir	9
2.2.3.3. Model Isoterm BET	11

2.3.	Metil Orange	12
2.4.	<i>Point of Zero Charge (PZC)</i>	13
2.5.	Metode Hidrotermal	14
2.6.	Karakterisasi	15
2.6.1.	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	15
2.6.2.	<i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i>	19
2.6.3.	<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)</i>	21
BAB III.	METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1.	Waktu dan Tempat	23
3.2.	Alat dan Bahan	23
3.2.1.	Alat	23
3.2.2.	Bahan	23
3.3.	Prosedur Penelitian	23
3.3.1.	Preparasi Alumina	23
3.3.2.	Karakterisasi Alumina	24
3.3.2.1.	Analisis XRD	24
3.3.2.2.	Analisis FTIR	24
3.3.2.3.	Analisis SEM-EDX	24
3.3.2.4.	<i>Surface Area Analyzer</i> menggunakan Persamaan Brunauer, Emmet dan Teller (BET)	25
3.3.3.	Penentuan pH <i>Point of Zero Charge</i>	25
3.3.4.	Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Metil orange	25
3.3.5.	Pembuatan Kurva Kalibrasi	26
3.3.6.	Penentuan Kondisi Optimum dari Alumina.....	26
3.3.6.1.	Pengaruh Waktu Kontak	26
3.3.6.2.	Pengaruh Berat	26
3.3.6.3.	Pengaruh Konsentrasi	26
3.3.7.	Uji Kemampuan Adsorben terhadap Zat Warna Metil Orange	27
3.3.8.	Analisis Data	27

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Kalsinasi Alumina	29
4.2. Hasil Karakterisasi Alumina	30
4.2.1. Hasil Identifikasi Aluminium Sulfat, Aluminium Hidroksida, Alumina Standar dan Alumina Hasil Kalsinasi dengan XRD	30
4.2.2. Karakterisasi Aluminium Sulfat, Aluminium Hidroksida, Alumina menggunakan FT-IR	33
4.2.3. Karakterisasi Alumina menggunakan SEM-EDX ...	35
4.2.4. Karakteristik Alumina dengan Brunauer, Emmelt dan Teller (BET)	36
4.3. Hasil Identifikasi Alumina menggunakan pH <i>Point of Zero Charge</i>	37
4.4. Kondisi Optimum Adsorpsi Alumina terhadap Zat Warna Metil Orange	38
4.4.1. Pengaruh Waktu Kontak	38
4.4.2. Pengaruh Berat	40
4.4.3. Pengaruh Konsentrasi	41
4.5. Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich	42
4.6. Uji Kemampuan Adsorpsi	43
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
4.4.3. Kesimpulan	45
4.4.3. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Kristal Korundum Alumina	5
Gambar 2. Ilustrasi Adsorpsi dengan Persamaan Langmuir	10
Gambar 3. Struktur Kimia Metil Orange	13
Gambar 4. Difraksi Sinar-X Hukum Bragg	16
Gambar 5. Difraktometer Sinar-X (Bruker)	17
Gambar 6. Difraktogram Sinar-X Sampel Gamma Alumina dengan Variasi Temperatur Kalsinasi (A=500 °C, B=600 °C, C=700 °C dan D=800 °C).....	18
Gambar 7. Spektra Inframerah Sampel Gamma Alumina dengan Variasi Temperatur Kalsinasi	21
Gambar 8. Morfologi Alumina	22
Gambar 9. Aluminium sulfat dan Alumina Hasil Kalsinasi	29
Gambar 10. Difraktogram Hasil Uji XRD Aluminium Sulfat	30
Gambar 11. Difraktogram Hasil Uji XRD Aluminium Hidroksida	30
Gambar 12. Difraktogram Hasil Uji XRD dari Alumina (A). Standar (B). T = 600 °C (C). T = 700 °C (D). T = 800 °C (E). T = 900 °C	31
Gambar 13. Ukuran Partikel Alumina Variasi Temperatur kalsinasi	32
Gambar 14. Spektra FTIR (A). Aluminium Sulfat (B). Aluminium Hidroksida (C). Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 900 °C	33
Gambar 15. Morfologi Alumina (a). Hasil Penelitian Yusoff dan Muslimin, 2007. (b). Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 900 °C	35
Gambar 16. Spektra EDX Alumina Hasil Kalsinasi suhu 900 °C	35
Gambar 17. Kurva Adsorpsi-desorpsi alumina Hasil Kalsinasi suhu 900 °C	37
Gambar 18. Kurva pH PZC Alumina	38
Gambar 19. Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Konsentrasi	

Terserap Alumina	39
Gambar 20. Pengaruh Variasi Berat terhadap Konsentrasi Terserap Alumina	40

Gambar 21. Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Konsentrasi Terserap Alumina	41
Gambar 22. Grafik Panjang Gelombang Maksimum Zat Warna Metil Orange	84
Gambar 23. Kurva Kalibrasi Zat Warna Metil Orange	85
Gambar 24. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Alumina Standar	95
Gambar 25. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Alumina Hasil Kalsinasi	97
Gambar 26. Grafik Isoterm Adsorpsi Freundlich Alumina Standar	98
Gambar 27. Grafik Isoterm Adsorpsi Freundlich Alumina Hasil Kalsinasi	99

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbedaan antara Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	8
Tabel 2. Fasa-fasa Alumina berdasarkan Hasil Analisis XRD	19
Tabel 3. Puncak-puncak tertinggi dari hasil uji XRD dari sampel Alumina	33
Tabel 4. Gugus Fungsi dan Bilangan Gelombang Gugus Fungsi	34
Tabel 5. Data Kandungan Elemen Alumina Hasil Kalsinasi	36
Tabel 6. Parameter Isoterm Adsorpsi Alumina Standar dan Alumina Hasil Kalsinasi	42
Tabel 7. Hasil Uji Kemampuan Adsorpsi	44
Tabel 8. Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Zat warna Metil Orange	85
Tabel 9. Data Penyerapan Alumina Standar terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Waktu Kontak	86
Tabel 10. Data Penyerapan Alumina Hasil Kalsinasi terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Waktu Kontak	87
Tabel 11. Data Penyerapan Alumina Standar terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Berat	89
Tabel 12. Data Penyerapan Alumina Hasil Kalsinasi terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Berat	90
Tabel 13. Data Penyerapan Alumina Standar terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Konsentrasi	92
Tabel 14. Data Penyerapan Alumina Hasil Kalsinasi terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Konsentrasi	93
Tabel 15. Data Isoterm Adsorpsi Alumina Standar terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Konsentrasi	95
Tabel 16. Data Isoterm Adsorpsi Alumina Hasil Kalsinasi terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Konsentrasi	96

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	52
Lampiran 2. Data Perhitungan Rendemen Alumina	53
Lampiran 3. Difraktogram XRD Aluminium Sulfat	54
Lampiran 4. Data JCPDS Aluminium Sulfat	55
Lampiran 5. Difraktogram Aluminium Hidroksida	57
Lampiran 6. Data JCPDS Aluminium Hidroksida	58
Lampiran 7. Difraktogram Alumina Standar (<i>Merck</i>)	60
Lampiran 8. Data JCPDS Alumina Standar (<i>Merck</i>)	61
Lampiran 9. Difraktogram Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 600 °C	63
Lampiran 10. Data JCPDS Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 600 °C	64
Lampiran 11. Difraktogram Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 700 °C	66
Lampiran 12. Data JCPDS Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 700 °C	67
Lampiran 13. Difraktogram Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 800 °C	69
Lampiran 14. Data JCPDS Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 800 °C	70
Lampiran 15. Difraktogram Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 900 °C	72
Lampiran 16. Data JCPDS Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 900 °C	73
Lampiran 17. Data Perhitungan Ukuran Partikel Alumina Hasil Kalsinasi	75
Lampiran 18. Spektra FTIR Aluminium Sulfat	76
Lampiran 19. Spektra FTIR Aluminium Hidroksida	77
Lampiran 20. Spektra FTIR Alumina Hasil Kalsinasi Suhu 900 °C	78
Lampiran 21. Hasil Karakterisasi SEM-EDX Alumina	79
Lampiran 22. Hasil Uji BET	80
Lampiran 23. Penentuan pH PZC	83
Lampiran 24. Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metil Orange	84
Lampiran 25. Penentuan Konsentrasi Terserap Alumina terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Waktu Kontak	86
Lampiran 26. Penentuan Konsentrasi Terserap Alumina terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Berat	89

Lampiran 27. Penentuan Konsentrasi Terserap Alumina terhadap Zat Warna Metil Orange dengan Variasi Konsentrasi	92
Lampiran 28. Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich	95
Lampiran 29. Uji Kemampuan Adsorpsi	100
Lampiran 30. Gambar Penelitian	103

**PREPARATION OF ALUMINA USING HYDROTHERMAL METHOD
AND APPLICATIONS FOR ADSORPTION
METHYL ORANGE DYES**

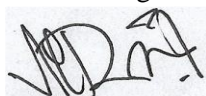
**Karmila Sari
08031181520013**

**Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
E-mail: karmilasari754@yahoo.co.id**

ABSTRACT: The research about preparation of alumina using hydrothermal method followed by calcination to convert $\text{Al}(\text{OH})_3$ to Al_2O_3 had been done. Calcination was carried out with variations in temperature of 600 °C, 700 °C, 800 °C and 900 °C. Characterization of alumina was carried out using XRD, FTIR, SEM-EDX and BET. Characterization of XRD shows the crystallinity of calcined alumina similar to one another and calcined alumina at 900 °C has the highest intensity and sharpest. Characterization of FTIR showed that alumina has an Al-O group. Characterization of SEM-EDX shows a rough, porous and non-homogeneous surface with Al and O constituent elements. Characterization of BET shows alumina has surface area, pore volume and pore diameter each of 85.1834 m^2/g , 0.000587 cm^3/g and 12.96961 nm. The results of XRD, FTIR, SEM-EDX and BET characterization showed that alumina preparation was successful. Alumina has a pH PZC of 7. The optimum conditions for adsorption of methyl orange dyes by alumina are calcined at 900 °C, at 20 minutes of contact time and 0.06 grams of alumina weight. In this study, standard alumina (merck) was used as a comparison. The alumina adsorption isotherm of methyl orange dyes follows the Freundlich equation with a regression value of $R^2 = 0.9885$, $n = 0.5220$ and $K_F = 6.3655$. The adsorption ability test was carried out where the standard alumina had the largest % adsorption which was 87.062% while the calcined alumina and aluminum sulfate each had %adsorption of 72.799% and -57,938%.

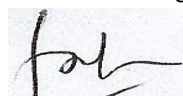
Keywords : Alumina, Calcination, Hydrothermal, Methyl Orange, Adsorption Isotherm

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S
NIP.196207131991022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T.
NIP. 196704191993031001

**PREPARASI ALUMINA MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DAN
APLIKASINYA UNTUK ADSORPSI
ZAT WARNA METIL ORANGE**

**Karmila Sari
08031181520013**

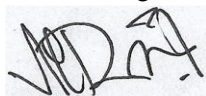
**Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
E-mail: karmilasari754@yahoo.co.id**

ABSTRAK: Telah dilakukan penelitian preparasi alumina menggunakan metode hidrotermal yang dilanjutkan dengan kalsinasi untuk mengubah $\text{Al}(\text{OH})_3$ menjadi Al_2O_3 . Kalsinasi dilakukan dengan variasi suhu 600 °C, 700 °C, 800 °C dan 900 °C. Alumina hasil kalsinasi yang terbaik digunakan sebagai adsorben zat warna metil orange. Karakterisasi alumina dilakukan dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX dan BET. Karakterisasi XRD menunjukkan kristalinitas alumina hasil kalsinasi di suhu 900 °C memiliki intensitas tertinggi dan tajam. Karakterisasi FTIR menunjukkan alumina memiliki gugus Al-O. Karakterisasi BET menunjukkan alumina memiliki luas permukaan, volume pori dan diameter pori masing-masing sebesar 85,1834 m²/g, 0,000587 cm³/g dan 12,96961 nm. Hasil karakterisasi XRD, FTIR, SEM-EDX dan BET menunjukkan bahwa preparasi alumina telah berhasil. Alumina memiliki pH PZC 7. Kondisi optimum penyerapan zat warna metil orange oleh alumina hasil kalsinasi suhu 900 °C yaitu pada waktu kontak 20 menit dan berat alumina 0,06 gram. Pada penelitian ini digunakan alumina standar (*merck*) sebagai pembanding. Isoterm adsorpsi alumina terhadap zat warna metil orange mengikuti persamaan Freundlich dengan nilai regresi sebesar $R^2 = 0,9885$, $n = 0,5220$ dan $K_F = 6,3655$. Uji kemampuan adsorpsi dilakukan dimana alumina standar memiliki % adsorpsi terbesar yaitu 84,685% sedangkan alumina hasil kalsinasi dan aluminium sulfat masing-masing memiliki % adsorpsi sebesar 67,349% dan 29,504%.

Kata kunci : Alumina, kalsinasi, hidrotermal, metil orange, isoterm adsorpsi

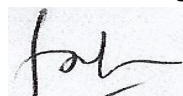
Indralaya, 2 Agustus 2019

Pembimbing I



Dr. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si
NIP. 196808271994022001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S
NIP.196207131991022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T.
NIP. 196704191993031001

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metil orange adalah zat warna anionik tergolong zat warna azo yang diketahui dapat menyebabkan alergi hipersensitivitas (Sitepu dkk., 2016). Metil orange termasuk pewarna yang digunakan dalam pencelupan dan pencetakan tekstil. Metil orange juga terdapat dalam pembuangan limbah dari makanan, farmasi, percetakan dan pembuatan kertas (Subbaiah and Kim, 2016). Zat warna azo memiliki sifat sangat stabil dan tidak mudah mengalami biodegradasi sehingga sulit untuk dihilangkan dari air buangan limbah (Sitepu dkk., 2016). Penghilangan zat warna dari air yang telah terkontaminasi telah dilakukan dengan beberapa metode diantaranya: flokulasi, koagulasi, presipitasi, filtrasi membran, destruksi secara elektrokimia, iradiasi, penukar ion, ozonasi dan adsorpsi (Subagio dan Nurhasanah, 2011). Namun, metode adsorpsi adalah teknik yang lebih sering digunakan karena memiliki kemudahan dalam pengoperasian dan efektivitas dalam biaya (Rattanapan *et al.*, 2017).

Adsorben yang sering digunakan untuk menyerap polutan dalam limbah cair industri diantaranya: karbon aktif, alumina, silika, kaolin, abu layang dan zeolit (Allouche *et al.*, 2015). Alumina dapat diaplikasikan sebagai katalis, *dessicant*, adsorben dan lain-lain (Syarief, 2010). Alumina merupakan salah satu material yang dapat digunakan dalam implan dan termasuk ke dalam bahan *biodegradable*, sehingga dapat ditoleransi dengan baik oleh lingkungan (Rogojan *et al.*, 2011). Alumina merupakan molekul yang memiliki sistem pori serta situs-situs aktif pada permukaannya, sehingga alumina dapat digunakan sebagai adsorben (Syarief, 2010). Menurut Viswanathan and Meenakshi (2010), alumina memiliki sifat fisik dan struktural yang sangat baik dibandingkan dengan oksida anorganik transisi lainnya.

Metode kimia yang telah dikenal untuk melakukan preparasi alumina diantaranya: presipitasi, sol-gel, preparasi, luminasi, proses kalsinasi prekursor, solvotermal dan hidrotermal (Wardani dan Pratapa, 2014). Metode hidrotermal memiliki banyak keuntungan dibandingkan metode lain yaitu mudah dilakukan

dan dapat menggunakan bahan dasar yang murah dalam mempreparasi alumina. Kelebihan lain dari metode hidrotermal adalah menghasilkan alumina dengan kemurnian yang tinggi (Rianda dkk, 2015).

Penelitian ini melakukan preparasi alumina menggunakan metode hidrotermal. Alumina di preparasi dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ menjadi Al_2O_3 . $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang digunakan adalah $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ teknis. Suhu kalsinasi divariasikan dari 600°C , 700°C , 800°C sampai 900°C karena dengan pemanasan suhu yang tinggi, alumina dapat mengalami perubahan dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ menjadi Al_2O_3 dan menghasilkan ukuran partikel dan kristalinitas yang berbeda. Hasil penelitian Irawati dkk (2013) menunjukkan bahwa suhu kalsinasi berpengaruh terhadap ukuran partikel dan kristalinitas alumina yang disintesis dari kaolin dan metakaolin. Alumina yang dihasilkan dari penelitian ini dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX dan BET. Alumina dengan suhu kalsinasi terbaik diaplikasikan untuk menyerap zat warna metil orange.

1.2. Rumusan Masalah

Preparasi alumina dilakukan dengan menggunakan metode hidrotermal. Metode ini dipengaruhi oleh suhu kalsinasi, untuk mendapatkan alumina dengan ukuran partikel dan kristalinitas yang diinginkan saat suhu kalsinasi divariasikan perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan suhu yang terbaik. Suhu kalsinasi dilakukan untuk mengubah $\text{Al}(\text{OH})_3$ menjadi Al_2O_3 . Alumina yang diperoleh selanjutnya akan digunakan sebagai adsorben zat warna metil orange. Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana karakteristik alumina yang dilakukan preparasi dengan menggunakan metode hidrotermal?
2. Bagaimana kemampuan adsorpsi alumina dalam menyerap zat warna metil orange?
3. Bagaimana isoterm adsorpsi dari alumina terhadap zat warna metil orange?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempreparasi alumina menggunakan metode hidrotermal dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 600 °C, 700 °C, 800 °C dan 900 °C kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDX dan BET.
2. Menentukan isoterm adsorpsi alumina dalam menyerap zat warna metil orange.
3. Menentukan kemampuan adsorpsi alumina dalam menyerap zat warna metil orange yang dibandingkan dengan aluminium sulfat dan alumina standar.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan kepada masyarakat luas dalam memanfaatkan aluminium sulfat yang ada di pasar menjadi adsorben berupa alumina yang dapat ditoleransi baik oleh lingkungan dalam menyerap zat warna yang dalam hal ini diuji menggunakan zat warna metil orange menggunakan metode hidrotermal. Suhu kalsinasi yang terbaik dari alumina inilah yang akan digunakan untuk menyerap zat warna metil orange dari limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aazza, M., Ahlafi, H., Moussou, H And Maghat, H. 2017. Ortho-Nitro-Phenol Adsorption Onto Alumina and Surfactant Modified Alumina: Kinetic, Isotherm and Mechanism. *Journal in Enviromental Chmeical Engineering*. 17(1): 1-31.
- Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2009. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 2(1): 1-10.
- Allouche, F.N., Yassaa, N and Lounici, H. 2015. Sorption of Methyl Orange from Aqueous Solution on Chitosan Biomass. *Procedia Earth and Planetary science*. 15(1): 596-601.
- Amelia, I. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Karbon Aktif MnFe₂O₄ sebagai Adsorben Zat Warna Metil Merah. *Skripsi*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Azami, M., Bahram, M., Nouri, S And Naseri, A. 2012. A Central Composite Design for the Optimization of the Removal of the Azo Dye, Methyl Orange, From Waste Water using the Fenton Reaction. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 77(2): 235–246.
- Bonetto, L.R., Ferrarini, F., Marco, C.D., Crespo, J., Guegan, R., and Giovanela, M. 2015. Removal of Methyl Violet 2B dye from Aqueous Solution using a Magnetic Composite as an Adsorbent. *Archives*. 1(1): 13-21.
- Caponi, N., Collazzo, G.C., Jahn, S.L., Dotto, G.L., Mazutti, M.A., and Foletto, E.L. 2016. Use of Brazilian Kaolin as a Potential Low-cost Adsorbent for the Removal of Malachite Green from Colored Effluents. *Journal Material Research*. 10: 1-9.
- Christou, C., Agapiou, A and Kokkinofa, R. 2018. Use of FTIR Spectroscopy and Chemometrics for the Classification of Carobs Origin. *Journal of Advanced Research*. 10(1): 1-8.
- Davis, K. 2010. *Material Review: Alumina (Al₂O₃)*. School of Doctoral Studies (European Union): Belgium.
- Dewi, S.H dan Ridwan. 2010. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Fe₃O₄ Magnetik untuk Adsorpsi Kromium Heksavalen. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(2): 136-140.
- Elena, J and Lucia, M.D. 2012. Application of X Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM) Methods to the Portland Cement Hydration Processes. *Journal of Applied Engineering Sciences*. 2(15): 35-42.

- Farda, E., dan Maharani, D.K. 2013. Penentuan pH Optimum dan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Ni(II) oleh Komposit Kitosan-Alumina. *UNESA Journal of Chemistry*. 2(1): 19-23.
- Fathia, A. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Graphene Oxide Terkombinasi Nanopartikel Perak dalam Fase Cair. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Fatma, Hariani, P., L., dan Riyanti F. 2013. Sintesis Bentonit Kitosan dan Aplikasinya untuk Menyerap Fenol. *Laporan Akhir Penelitian Unggulan Kompetitif UNSRI*.
- Foroughi, F.S.A., Tabrizi, H., Amighian, J and Teluri, A.S. 2015. A Designed Magnetic CoFe₂O₄-Hydroxyapatite Core-Shell Nanocomposite for Zn(II) Removal with High Efficiency. *Ceramics International*. 4(1): 6844-6850.
- Handayani, M dan Sulistiyono, E. 2009. Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR-BATAN*. Bandung, 3 Juni 2009. Hal: 130-136.
- Handayani, T. 2015. Pengaruh Waktu dan Temperatur pada Reaksi Isomerisasi α -Pinena menggunakan Katalis Zr⁴⁺/Zeolit Alam. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Irawati, U., Sunardi dan Suraida. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Gamma Alumina (γ -Al₂O₃) dari Kaolin Asal Tatakan, Kalimantan Selatan berdasarkan Variasi Temperatur Kalsinasi. *Jurnal Molekul*. 8(1): 31-42.
- Istiqomah, D.S., Kirom, M.R., Abrar dan Syarif, D.G. 2016. Sintesis Al₂O₃ Nanopartikel dari Bahan Biji Bauksit untuk Aplikasi pada Model Radiator. *E-Prosiding of Engineering*. 3(2): 1-8.
- Johan, A. 2009. Karakterisasi Sifat Fisik dan Mekanik Bahan Refraktori α -Al₂O₃ Pengaruh Penambahan TiO₂. *Jurnal Penelitian Sains*. 12(2B): 1-8.
- Kumar, R., Prabhakar, V and Saini, J. 2013. Alumina. *International Journal of Current Engineering and Technology*. 3(5): 1679-1685.
- Madjid, A., Nitsae, M., Atikah dan Sabarudin, A. 2015. Pengaruh Penambahan Tripolyfosfat pada Kitosan Beads untuk Adsorpsi Methyl Orange. *Jurnal MIPA*. 38(2): 144-149.
- Marviyani, F. 2016. Sintesis Komposit Kitosan-Alumina untuk Penyerapan Zat Warna Metil Violet 2B. *Artikel Ilmiah Jurusan Kimia*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.

- Maslahat, M., Paramitha, M and Wardoyo, S.E. 2016. Modification of Palm Oil Empty Fruit Bunches Biosorbent using Egg Shells for Phenol Sorption. *Journal of Lignocellulose Technology*. 1(1): 44-52.
- Masruroh., Manggara, A.B., Papilaka, T dan Triandi, R. 2013. Penentuan ukuran Kristal (*crystallite size*) lapisan tipis PZT dengan metode XRD melalui pendekatan persamaan Debye Scherrer. *Artikel Ilmiah*. Universitas Brawijaya: Malang.
- Mayasari, R dan Hastarina, M. 2018. Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Studi Kasus PDAM Tirta Musi Palembang). *Jurnal Integrasi*. 3(2)28-36.
- Meriatna. 2008. Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom(Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Mufrodi, Z., Widiastuti, N dan Kardika, R.C. 2008. Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil*. Yogyakarta, 22 November 2008. Hal: 90-93.
- Mulyana, L., Pradiko, H., & Nasution, K. 2003. *Pemilihan Persamaan Isoterm pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah terhadap Zat Warna Remazol Golden Yellow 6*. Infomatek Teknik Lingkungan.
- Muslich., Suryadarma, P dan Hayuningtyas, R.I. 2010. Kinetika Adsorpsi Isotermal β -Karoten dari Olein Sawit Kasar dengan menggunakan Bentonit. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. 19(2): 93-100.
- Nafi'ah, R. 2016. Kinetika Adsorpsi Pb(II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*. 1(2): 28-37.
- Ningsih, S.K.W. 2016. *Sintesis Anorganik*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Nisah, K. 2016. Ekstraksi Alumina Oksida (Al_2O_3) dari Tanah Liat dengan Variabel Suhu dan Konsentrasi Asam Sulfat. *Lantanida Journal*. 4(1): 1-10.
- Rattanapan, S., Srikram, J., and Kongsune, P. 2017. Adsorption of Methyl Orange on Coffee Grounds Activated Carbon. *Energy Procedia*. 138: 949–954.
- Rianda., Zuhadjri dan Arief, S. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Wollastonit Berbahan Dasar Alami dengan Metode Hidrotermal. *Jurnal Riset Kimia*. 8(2): 154-157.

- Rogojan, R., Andronesco, E., Ghitulica, C., Bog and Vasile, S. 2011. Synthesis and Characterization of Alumina Nano-Powder Obtained by Sol-Gel Method. *UPB Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*. 73(2): 66-76.
- Sari, R. 2018. Pengaruh Temperatur pada Sintesis Alumina dengan Metode Solvothermal dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Metil Merah. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Sembodo, B.S.T. 2005. Isoterm Keseimbangan Adsorpsi Timbal pada Abu Sekam Padi. *Jurnal Ekuilibrium*. 4(2): 100 – 105.
- Septiansyah dan Santi, M. 2018. Pemanfaatan Alumina Waste dari Tailing Bauksit menjadi Zeolit Adsorben. *Eksplorium*. 39(2):123–130.
- Sitepu, O.C., Ratnayani, O dan Suprihatin, I.E. 2016. Sintesis Komposit ZnO-Bentonit dan Penggunaannya dalam Proses Degradasi Methyl Orange. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*. 4(2): 153-160.
- Subagio, F.A.A dan Nurhasanah, I. 2011. Sintesis Nanokomposit TiO₂-Carbon Nanotubes menggunakan Metode Sol-Gel untuk Fotodegradasi Zat Warna Azo Orange 3R. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 29(2): 63-72.
- Subbaiah, M.V., and Kim, D.S. 2016. Adsorption of Methyl Orange from Aqueous Solution by Aminated Pumpkin Seed Powder: Kinetics, Isotherms, and Thermodynamic Studies. *Journal Ecotoxicology and Environmental Safety*. 128: 109-117.
- Syarief. 2010. Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Alumina. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Tabatabaee, M dan Saberi, N. 2012. A Simple Method for Synthesis of γ -Aluminum Oxide Nanostructure using PEG as a Neutral Surfactant. *International Journal of Bio-Inorganic Hybrid Nanomaterials*. 1(4): 253-256.
- Tabesh, S., Davar, F and Estarki, M.R.L. 2017. Preparation of γ -Al₂O₃ Nanopartikel using Modified Sol-Gel Method and its use for the Adsorption of Lead and Cadmium Ions. *Journal of Alloys and Compounds*. 17(1): 1-33.
- Taha, M., Hassan, M., Essa, S and Tartor, Y. 2013. Use of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Spectroscopy for Rapid and Accurate Identification of Yeasts Isolated from Human and Animals. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 1(1): 15-20.

- Tumpal, P., Khoiriah, K., Sitompul, A., Suwoto dan Zuhair. 2004. *Pembuatan dan Karakterisasi Termal Keramik Alpha-Alumina. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2004*. Serpong, 7 September 2004. Hal: 1411-2213.
- Viswanathan, N., and Meenakshi, S. 2010. Enriched Fluoride Sorption using Alumina/Chitosan Composite. *Journal of Hazardous Materials*. 178: 226-232.
- Wardalia. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben dari Sekam Padi sebagai Pengadsorp Logam Timbal pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*. 6(2): 83 – 88.
- Wardani, D dan Pratapa, S. 2014. Identifikasi Fasa pada Sintesis Al₂O₃ dengan Metode Logam-Terlarut Asam. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(2): 22-23.
- Wefers, K and Misra, C. 1987. Oxides and Hidroxides of Aluminum. Alcoa Laboratories Technical Paper No. 19
- Wulandari, D. 2016. Sintesis dan Karakterisasi ZnO dengan Metode Solvothermal sebagai Alternatif Semikonduktor dalam *Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)*. *Skripsi*. Universitas Airlangga: Surabaya.
- Yi Li, W., Liu, J., Chen, H., Deng, Y., Zhang, B., Wang, Z., Zhang, X., and Hong, S. 2013. Application of Oxalic Acid Cross-Linking Activated Alumina/Chitosan Biocomposites in Defluoridation fom Aqueous Solution: Investigation of Adsorption Mechanism. *Chemical Engineering Journal*. 255: 865-872.
- Yuningrat, N.W., Retug, N dan Gunamantha, I.M. 2016. Fotodegradasi Methyl Orange dalam Reaktor Fixed Bed Batu Apung-Semen. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 5(1): 692-701.
- Yusoff, M.S and Muslimin, M. 2007. Synthesis of Alumina using the Solvothermal Method. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 11(1): 262-268.
- Zou, X., Wang, P., Wang, Z., Fan, G., Chen, S., Liao, S., Si, H., and Lu, M. 2018. Effects of Chlorides on the Phase Transformation of Alumina. *Ceramics International*. 18: 1-13.
- Zulfa, A. 2011. Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan Zeolit Alam Malang dan Lampung. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Depok.