

SINTESIS HIDROKSI LAPIS GANDA Mg/Al TERPILAR

**$K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]_n\text{H}_2\text{O}$ DAN APLIKASINYA SEBAGAI
ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

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



ZANA MASYARA

08031381320025

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

2018

**SINTESIS HIDROKSI LAPIS GANDA Mg/Al TERPILAR
 $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]_n\text{H}_2\text{O}$ DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT
WARNA METILEN BIRU**

SKRIPSI

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

Oleh :
ZANA MASYARA
08031381320025

Inderalaya, 5 Oktober 2018

Pembimbing I



Prof. Aldes Lesbani, Ph.D
NIP. 197408121998021001

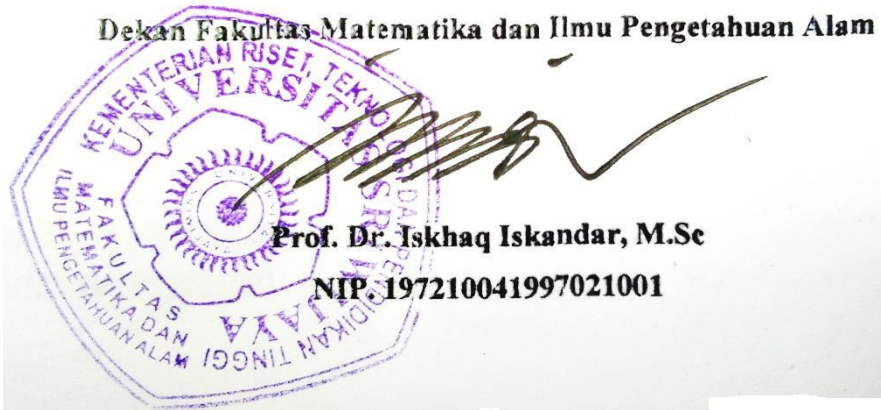
Pembimbing II



Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si.
NIP. 197711272005011003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “SINTESIS HIDROKSI LAPIS GANDA Mg/Al TERPILAR $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]_n\text{H}_2\text{O}$ DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METILEN BIRU” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 Oktober 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, 5 Oktober 2018

Ketua :

1. Prof. Aldes Lesbani, Ph.D.
NIP. 197408121998021001

()

2. Dr. rer. nat. Risfidian Mohadi, M.Si.
NIP. 197711272005011003


()

Penguji :

1. Dr. Muhammad Said, M.T.
NIP. 197407212001121001

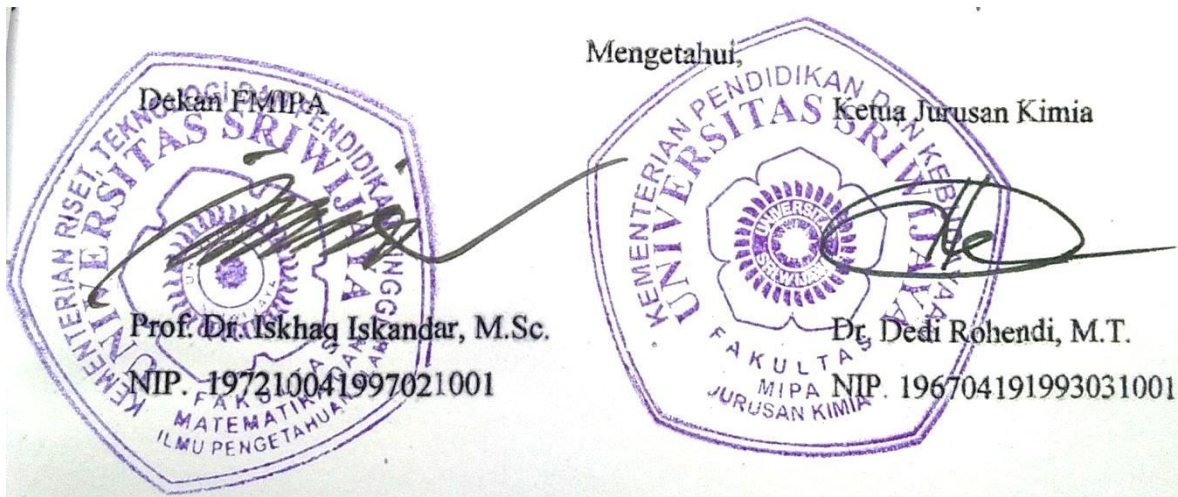
()

3. Dr. Miksusanti, M.Si.
NIP.197204082000032001

()

4. Nurlisa Hidayati, M.Si.
NIP. 196903261994122001

()



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Zana Masyara
NIM : 08031381320025
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.

Inderalaya, 05 Oktober 2018

Penulis,



Zana Masyara

NIM. 08031381320025

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

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

Nama Mahasiswa : Zana Masyara
NIM : 08031381320025
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
JenisKarya : 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: “Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Mg/Al Terpillar Senyawa $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru”. Dengan hak bebas royalti 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.

Inderalaya, 05 Oktober 2018

Yang menyatakan,



Zana Masyara

NIM. 08031381320025

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sesungguhnya Allah telah memberikan kamu kemenangan yang nyata, Dialah yang menurunkan ketenangan kedalam hati orang-orang mukmin supaya keimanan bertambah, kepunyaan Allah-lah tentara langit dan bumi dan Allah Maha Mengetahui dan Maha Perkasa.

Al-Fath : 1-4

Kepada mereka dikatakan ;” Salam” sebagai ucapan selamat dari Tuhan yang Maha Penyayang.

Ya-siin: 58

Allah tidak akan memberikan belas kasihan kepada siapapun kecuali orang-orang yang memberikan rahmat bagi makhluk lain.

Abdullah b Amr:Abu
Dawud & Tarmidzi

Dimana ada kemauan pasti ada jalan, oleh karena itu sebaik-baik penolongmu adalah Allah, jangan ragu untuk terus berusaha, berdoa dan semangat. Allah lebih mengetahui segala jalan mengenai hidup mu.

Zana Masyara

Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:

- ◆ Allah SWT
- ◆ Nabi Muhammad SAW

Dan ku persembahkan kepada :

1. Ayah dan mama ku tersayang yang senantiasa mendoakan, dan menyayangi ku
2. Saudara-saudaraku dan keluargaku yang selalu aku sayangi dan cintai
3. Pembimbingku dan Sahabaku Tersayang
4. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Tuhan Yang Maha Esa semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Sintesis Hidroksi Lapis Ganda Mg/Al Terpillar $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, pengumpulan data sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril selesai sudah penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Aldes Lesbani, Ph.D** dan Bapak **Dr.rer.nat. Risfidin Mohadi, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak., Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak, Dr. Muhammad Said, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Poedji Loekitowati, M.Si, selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T., Ibu Dr. Miksusanti, M.Si dan ibu Nurlisa Hidayanti, M.Si selaku penguji sidang sarjana.
6. Ibu Ferlina Hayati, M.Si selaku Koordinator Seminar yang membantu dalam segala hal dalam pengurusan jadwal.

7. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
8. Kepada Pak Aldes dan Pak Risfi terima kasih terbanyak ku kepada bapak, bagiku bapak menjadi orang tua kedua bagi ku, yang selalu memberiku semangat, yang selalu peduli ketika ada kesulitan, tanpa bapak mungkin zana belum jadi sarjana hehe.
9. Kepada Bapak dan Mama ku tersayang yang selalu memberikan segala yang terbaik untuk anak-anaknya, selalu mendoakan dan memberiku pelajaran apa artinya perjuangan hidup sebenarnya, aku menyayangi kalian.
10. Kepada kakak Tommy ku tersayang dan Adik ku Anggun dan Nabil yang menjadi malaikat-malaikat kecil penyemangat hidup dan selalu memberiku keceriaan disetiap harinya. Kepada keluargaku tercinta, Kesayangan ku Zezee terima kasih telah memberiku semangat dan pelajaran yang berharga tentang hidup. Dan Untuk Uda ku yang selalu menjadi penyemangatku, senantiasa menemani dalam setiap keadaan dan memberiku keceriaan di setiap harinya, aku menyayangi kalian.
11. Kepada sahabat-sahabat ku, Wulan, Vanda, Wel, Ema, yuk Ulin terimakasih telah bersama selama kuliah yang selalu menjadi tempat keceriaan dan semangat dari kalian. Dan dek Henti yang sudah memberi semangat dan mengingatkan dalam keterlupaan. Tetaplah seperti kita sekarang ini meskipun banyak rintangan dan halangan yang dihadapi.
12. Terkhusus untuk anggota “Lab Ceria” Yuk nez yang menjadi tentor senior, Yuk sasa, Imron, Danang, Donny, Yuk intan, Yuk Monte, Yuk Santa, Kak Loraku yang selalu sabar dan keibuan, bang Nardo kalian selalu bikin keceriaan, di lab sampe pernah dimarahin kak deddy, kak Tarmizi yang selalu kami hormati yang mengajari soal kurva dll dan kak dedy “si boss” yang baik hati dan sayang sama anak lab ceria. I love you all.
13. Teman-teman seperjuangan MIKI 2013 (Ulik, Mitra, Ama, Eci, Ayu, Yik, Azil, Dea, Yosa, Endang, Istik, Agen Pulsa (Linda), Peggy, Ririn, Miak, Ekik, Jigas, Tika, Uci, Wina, Yupi, Sispa, Anggi, Ocpri, Sri, Septi, Ismi, Ryanto, Lay, Novrian, Renda, Rando, Maqom, Niko, Ipul, Alex) terima

kasih atas kebersamaan selama menumpuh perkuliahan dan memberikan kesan-kesan terindah selama kuliah. Semangat terus untuk kalian, Sukses selalu.

14. Mbak Novi yang tersayang dan kak Iin yang baik hati selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses tugas akhir ku, mengurus surat-surat dan Toefl.
15. Kak Dedi The Best Ever asisten Laboratorium Riset Terpadu Pascasarjana Unsri dan Kak Tarmizi yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian ku.
16. Yuk Novi, yuk Nur, yuk Yanti, kak Yetno selaku analis kimia yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ku.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, 05 Oktober 2018

Penulis

Zana Masyara
NIM.0803138132025

SUMMARY

SYNTHESIS DOUBLE LAYERED HYDROXIDE OF PILLARED $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ AND ITS APPLICATION AS A METHYLENE BLUE DYE ADSORBENT

Zana Masyara : Advised Prof. Aldes Lesbani, Ph.D and Dr.rer.nat. Risfidian
Mohadi

Departement Of Chemistry, Faculty of Mathematics And Natural Sciences,
Sriwijaya University

xi + 92 pages, 7 tables, 16 pictures, 23 attachments.

It has been done synthethis of layered double hydroxide and polyoxometalate $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ compound with time ratio 3, 6, 9, 12, 24, 36 and 48 hours. The pillared product was characterized by FT-IR spectrophotometer and XRD. The optimum pillared layered double hydroxide of polyoxometalate $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ compound was used as adsorbent of methylene blue dye. The result of characterization using FT-IR spechtrphotometer was not yet show the optimum pillaration process. The characteritaton using XRD the successfully of pillared layered double hydroxide of polyoxometalate $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ compound by the existence of diffraction angle 8.5° with intensity 353.5. Furthermore, the pillared layered double hydroxide of polyoxometalate $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ with time variation of 12 hours was applied as an adsorbent of methylene blue dye, and it showed the adsorption rate $102.04 \text{ (minutes}^{-1}\text{)}$. The entalphy (ΔH) and entrophy (ΔS), decreased as the increasing concentration of methylene blue dye.

Keyword : Layered double hydroxide, polyoxometalate, pillaration, methylene blue, adsorption

RINGKASAN

SINTESIS HIDROKSI LAPIS GANDA TERPILAR $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *METILEN BIRU*

Zana Masyara: Dibimbing Prof. Aldes Lesbani, Ph.D dan

Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xi + 92 halaman, 7 tabel, 16 gambar, 23 lampiran

Telah dilakukan proses sintesis senyawa hidroksi lapis ganda dan senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ dengan perbandingan waktu 3 jam, 6 jam, 9 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam. Senyawa hasil pilarisasi di karakterisasi menggunakan analisis spektrofotometer FT-IR, dan XRD. Hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ optimal digunakan sebagai adsorben zat warna metilen biru. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR belum menunjukkan proses pilarisasi yang optimal. Hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan keberhasilan pada hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ dengan perbandingan waktu 12 jam, dan menunjukkan adanya sudut sudut difraksi $8,5^\circ$ dengan intensitas 353,5. Selanjutnya, hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ dengan variasi waktu 12 jam diaplikasikan sebagai adsorben zat warna metilen biru, dan menghasilkan laju adsorpsi sebesar $277,78$ (menit^{-1}), dan hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ memiliki laju adsorpsi sebesar $102,04$ (menit^{-1}). Nilai entalpi (ΔH) dan entropi (ΔS) semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi zat warna metilen biru.

Kata kunci: hidroksi lapis ganda, polioksometalat, proses pilarisasi, Metilen biru, adsorpsi.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	viii
RINGKASAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hidroksi Lapis Ganda.....	4
2.1.1 Struktur Hidroksi Lapis Ganda	5
2.1.2 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda.....	6
2.2 Struktur Senyawa Polioksometalat.....	7
2.2.1 Struktur Keggin dari Senyawa Polioksometalat	8
2.2.2 Polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}] \cdot nH_2O$	10

2.3 Pilarisasi Material Lapis Ganda.....	10
2.4 Adsorpsi.....	11
2.5 Metilen Biru.....	12
2.6 Karakterisasi	12
2.6.1 Spektrofotometer FT-IR.....	12
2.6.2 X-Ray Diffraktometer (XRD)	14
2.6.3 Spektrofotometri UV-Visibel.....	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda	17
3.3.2 Sintesis Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	18
3.3.3 Preparasi Hidroksi Lapis Ganda Terinsersi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	18
3.3.4 Analisa PZC (<i>point of zero charge</i>)	19
3.3.5 Aplikasi Hidroksi Lapis Ganda yang disisipi Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ sebagai Absorben zat warna Metilen Biru	19
3.3.6 Analisis Data.....	20

IV. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Hidroksi Lapis Ganda dan Pilarisasinya Dengan Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ Serta Karakterisasinya Menggunakan Spektrofotometer FT-.....	22
---	----

4.2 Karakterisasi Material Hidroksi Lapis Ganda dan Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ dan Hasil Pilarisasinya Menggunakan Difraksi Sinar-X	25
4.3 Analisa PZC (<i>point of zero charge</i>)	29
4.4. Pengaruh pH Awal Terhadap Proses Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru oleh Adsorben Hidroksi Lapis Ganda dan Hidroksi Lapis Ganda Terpilarisasi Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	30
4.5 Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru oleh Adsorben Hidroksi Lapis Ganda dan Hidroksi Lapis Ganda Terpilarisasi Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	31
4.6 Pengaruh Konsentrasi dan Temperatur Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru oleh Adsorben Hidroksi Lapis Ganda dan Hidroksi Lapis Ganda Terpilarisasi Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jenis jenis senyawa polioksometalat.....	8
Tabel 2. Bilangan gelombang senyawa polioksometalat menggunakan FT-IR.....	14
Tabel 3. Mg-Al pita karakteristik Hidrotalsit dan Hidrotallsit Terkalsinasi.	14
Tabel 4. Nilai laju adsorpsi untuk hidroksi lapis ganda dan hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}] \cdot nH_2O$	35
Tabel 5. Kapasitas laju adsorpsi untuk hidroksi lapis ganda dan hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}] \cdot nH_2O$	38
Tabel 6. Nilai entalpi (ΔH) dan entropi (ΔS) dari proses adsorpsi zat warna metilen biru oleh hidroksi lapis ganda dan hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}] \cdot nH_2O$	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur hidroksi lapis ganda	8
Gambar 2. Struktur Keggin anion $[XM_{12}O_{40}]^{n-}$	8
Gambar 3. Struktur isomer a) $[\alpha-XM_{12}O_{40}]$ b) $[\beta-XM_{12}O_{40}]$ c) $[\gamma-XM_{12}O_{40}]$ d) $[\delta-XM_{12}O_{40}]$ d) $[\varepsilon-XM_{12}O_{40}]$	8
Gambar 4. Struktur Metilen Biru	11
Gambar 5. Skema kerja difraksi sinar-X (XRD)	14
Gambar 6. Spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda.....	22
Gambar 7. Spektrum FT-IR polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	23
Gambar 8. Spektrum FT-IR a) hidroksi lapis ganda terpoliarisasi polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	24
Gambar 9. Pola Difraksi XRD Hidroksi Lapis Ganda	26
Gambar 10. Pola Difraksi XRD terpoliarisasi polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	26
Gambar 11. Pola Difraksi XRD hidroksi lapis ganda terpoliarisasi polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ 3 jam (a), 6 jam (b) , 9 jam (c) , 12 jam (d), 24 jam (e), 36 jam (f), dan 48 jam (g)	28
Gambar 12. Grafik <i>Point of Zero Charge</i> (PZC)	29
Gambar 13. Pengaruh pH adsorpsi terhadap jumlah metilen biru yang teradsorpsi senyawa hidroksi lapis ganda dan hidroksi lapis ganda terpoliarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	30
Gambar 14. Pengaruh waktu adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda dan hidroksi lapis ganda terpoliarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	32
Gambar 15. Pengaruh temperatur dan konsentrasi zat warna metilen biru hidroksi lapis ganda terhadap jumlah metilen biru teradsorpsi ..	34

Gambar 16. Pengaruh temperatur adsorpsi dan konsentrasi zat warna metilen biru hidroksi lapis ganda terpolarisasi terhadap jumlah metilen biru teradsorpsi..... 35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data digital spektrum FT-IR hidroksi lapis ganda	39
Lampiran 2. Data digital spektrum FT-IR senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	40
Lampiran 3. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 3 jam	41
Lampiran 4. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 6 jam	42
Lampiran 5. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 9 jam	43
Lampiran 6. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 12 jam	44
Lampiran 7. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 24 jam	45
Lampiran 8. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 36 jam	46
Lampiran 9. Data digital spektrum FT-IR material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 48 jam	47
Lampiran 10. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda	48
Lampiran 11. Data digital XRD senyawa polioksometalat $K_4[\alpha SiW_{12}O_{40}].nH_2O$	52
Lampiran 12. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda terpilarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}].nH_2O$ perbandingan 3 jam	54

Lampiran 13. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda terpillarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ perbandingan 6 jam	61
Lampiran 14. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda terpillarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ perbandingan 9 jam	69
Lampiran 15. Data digital XRD material hidroksi lapis ganda terpillarisasi senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$ perbandingan 12 jam	74
Lampiran 16. Data analisis PZC (<i>point of zero charge</i>)	75
Lampiran 17. Data Pengaruh pH Adsorpsi pada Hidroksi lapis ganda dan Hidroksi lapis ganda terpillarisasi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	76
Lampiran 18. Absorbansi Larutan Standar Senyawa Hidroksi Lapis Ganda...	77
Lampiran 19. Data konsentrasi teradsorpsi pengaruh waktu adsorpsi zat warna Metilen Biru oleh hidroksi lapis ganda.....	78
Lampiran 20. Data Pengaruh Waktu Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru Oleh Hidroksi Lapis Ganda dan Hidroksi Lapis Ganda Terpillarisasi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	80
Lampiran 21. Data Pengaruh Konsentrasi Adsorpsi Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Teraktivasi (Kontrol) dan Hidroksi Lapis Ganda Terpillarisasi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	82
Lampiran 22. Perhitungan Parameter Isoterm Metilen Biru dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Teraktivasi (Kontrol) dan Hidroksi Lapis Ganda Terpillarisasi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	85
Lampiran 23. Perhitungan Parameter Termodinamika Adsorpsi Metilen Biru dengan Adsorben Hidroksi Lapis Ganda Teraktivasi (Kontrol) dan Hidroksi Lapis Ganda Terpillarisasi Senyawa Polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksi lapis ganda merupakan material berlapis hasil sintesis yang memiliki anion yang berada pada ruang antar lapisan (Cavani *et al*, 1991). Material anorganik yang secara umum terdiri atas material berpori dan material berlapis. Masing masing material tersebut memiliki keunggulan baik sebagai adsorben, katalis, penukar ion maupun sensor (Lin *et al*, 1997).

Material berlapis yang dapat ditemukan di alam berupa bentonit, kaolin, dan berbagai macam golongan lempung lainnya. Material berlapis yang ditemukan di alam cenderung lebih sulit dimodifikasi karena memiliki banyak pengotor, sehingga tidak efektif digunakan sebagai adsorben maupun katalis secara langsung tanpa perlakuan apapun. Untuk mengatasi masalah ini maka digunakan material hasil sintesis, yakni berupa material berlapis sintesis seperti hidroksi lapis ganda atau dikenal dengan hidrotalsit. Material ini lebih fleksibel untuk digunakan, karena memiliki kadar hidrogen sehingga cenderung lebih mudah dimodifikasi. Proses modifikasi hidroksi lapis ganda dilakukan sesuai dengan kondisi proses sintesis (Theiss, 2012).

Hidroksi lapis ganda tidak terlalu efektif sebagai adsorben. Oleh karena itu untuk meningkatkan efektifitas hidroksi lapis ganda tersebut maka dilakukan modifikasi dengan cara pilarisasi terhadap senyawa hidroksi lapis ganda. Penelitian yang dilakukan oleh Shan *et al* (2014) menunjukkan bahwa pilarisasi menggunakan atom logam magnesium (Mg) dan aluminium (Al) menghasilkan hidroksi lapis ganda terpilarisasi yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi zat warna dengan baik. Penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al* (2004) menghasilkan pilarisasi hidroksi lapis ganda dengan senyawa anion karboksilat yang menghasilkan ketinggian sebesar 7,6 Å. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Qin *et al* (2014) tentang pilarisasi hidroksi lapis ganda dengan asam folat memiliki ketinggian 7 Å, akan tetapi untuk aplikasi sebagai adsorben diperlukan senyawa yang memiliki luas permukaan yang besar. Berdasarkan penelitian Kwon dan Pinnavaia (1989), pilarisasi hidroksi lapis ganda dengan

menggunakan polioksometalat tipe $\alpha[\text{XM}_{12}\text{O}_{40}]^{n-}$ merupakan senyawa polioksometalat tipe Keggin yang mampu menginsersi hidroksi lapis ganda dengan ketinggian $>10 \text{ \AA}$ lebih baik apabila dibandingkan dengan menggunakan senyawa polioksometalat tipe Keggin tersubstitusi maupun tipe lainnya seperti $\alpha[\text{PW}_{12}\text{O}_{40}]^{3-}$ dan $\alpha[\text{SiV}_3\text{W}_9\text{O}_{40}]^{4-}$ yang hanya memiliki ketinggian pilar $9,8 \text{ \AA}$. Berdasarkan penelitian ini adsorben tersebut memiliki senyawa polioksometalat yang menghasilkan jarak antar layer lebih besar dibandingkan dengan senyawa anion lain sehingga hidroksi lapis ganda yang terpillarisasi polioksometalat dapat dengan efektif dipergunakan.

Dalam pemanfaatan sebagai pewarna tekstil di bidang industri, salah satunya zat warna metilen biru. Karena sebagian besar kalau sudah berbentuk dalam limbah zat warna yang telah digunakan akan dibuang ke lingkungan. Pada umumnya, zat warna dari limbah industri tekstil dan kertas merupakan senyawa organik, yang memiliki struktur aromatik sehingga sulit terdegradasi secara alamiah dan tentunya tidak ramah lingkungan. Pewarna ini sering ditemukan di air limbah yang dibuang oleh industri tekstil. Sehingga pada penelitian ini zat warna metilen biru diadsorpsi menggunakan hidroksi lapis ganda terpillar $\text{K}_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ dengan parameter-parameter yang diuji yakni pengaruh pH, pengaruh waktu adsorpsi, pengaruh konsentrasi dan temperatur.

1.2 Rumusan Masalah

Hidroksi lapis ganda merupakan material berlapis yang disintesis. Dalam pemanfaatannya sebagai adsorben, hidroksi lapis ganda perlu dimodifikasi guna meningkatkan kapasitas adsorpsinya. Untuk mencapai tujuan ini maka, material hidroksi lapis ganda dimodifikasi dengan cara pilarisasi. Pilarisasi dilakukan dengan menyisipkan makroanion berupa senyawa polioksometalat $\text{K}_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ yang berperan sebagai agen pemilar. Diharapkan dengan adanya pilarisasi ini adsorben hidroksi lapis ganda terpillar memiliki efektifitas yang tinggi dalam menyerap adsorbat. Adsorben hidroksi lapis ganda terpillar senyawa polioksometalat $\text{K}_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ akan diaplikasikan untuk proses adsorpsi zat warna metilen biru. Adsorbat metilen biru dipilih karena bila berada dilingkungan bersifat toksik. Adsorpsi zat warna metilen biru oleh hidroksi lapis ganda terpillar

senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ dilakukan melalui optimasi waktu adsorpsi, pengaruh konsentrasi zat warna, dan pengaruh temperatur.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Pilarisasi hidroksi lapis ganda dengan senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ dan karakterisasinya menggunakan spektrofotometer FT-IR, dan analisis XRD.
2. Adsorpsi zat warna metilen biru dengan menggunakan adsorben hidroksi lapis ganda terpillar oleh senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ melalui pengaruh pH, pengamatan waktu adsorpsi, konsentrasi zat warna, dan pengaruh temperatur.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi tentang sintesis lapis ganda dan proses pilarisasi menggunakan senyawa polioksometalat $K_4[\alpha\text{-SiW}_{12}\text{O}_{40}]$ sehingga diharapkan hidroksi lapis ganda terpillarisasi senyawa polioksometalat memiliki efektifitas yang tinggi sebagai adsorben dalam menyerap zat warna metilen biru.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeysinghe, S., 2012. Keggin-Type Aluminum Nano clusters: Synthesis, Structural Characterization And Environmental Implications, *Theses and Desertation*, University of Iowa.
- Aviles, G, A., Aranda, P., and Hitsky, R, E., 2015. Layered Double Hydroxide/Sepolite Heterostructure Materials, *Applied Clay Science*. 130 : 83-92.
- Bergaya, F., Aouad, A., and Mandalia, T., 2006. *Pillared Clays and Clays Minerals*. France. Development in Clay Science
- Bi, X., Zhang, H., and Dou, L., 2014. Layered Doble Hydroxide-Based Nanocarriers for Drug Delivery. *Pharmautics*. 6 (2) : 298-332.
- Brady, J. 1999. *Kimia untuk Universitas*. Erlangga: Jakarta.
- Cahyono, D, A., and Agung, R, T., 2012. Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Absorben Dalam Penyisihan COD dari Limbah Cair Domestik Rumah Susun Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 4 (1) : 1-9.
- Cavani, F., Trifid, F., and Vacani, A., 1991. Hydrotalcite Type Anionic Clays: Preparation and Properties. *Catalysis Today*. 11 : 173-301.
- Derrick, M. R., Dustan, S., Landry., James, M., 1999. *Infrared Spectroscopy in Conversation Science*. Los Angeles. The Getty Conservation Institue
- Doeuff, M., Kwon, T., and Pannavaia, T, J., 1989. Layered Double Hydroxide Pillared by Polyoxometalate. *Synthetic Materials*. 34 : 609-615.
- Dolidovich, I., Palkovits, R., 2015. Structure Performance Corelation of Mg/Al Hydrotalcite Catalysis for the Isomeration of Glucose Into Fructose. *Journal of Chemistry*. 92(7) : 1234-1239.
- Grineval, E., Xavier, R., Baudouin, A., Barrier, E., Delbecq, F., Sautet, P., Basset, J, M., and Frederic, L., 2010. Controlled Interaction between Anhydrous Keggin-Type Heteropolyacids and Silica Support: Preparation and Characterization of Well-Defined Silica-Supported Polyoxometalate Species. *Journal Physical, Chemistry*. 114 : 19024-19034.
- Gunawan, B., dan Azhari, D., 2011. Karakterisasi Spektrometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Polyethelyn Glycol (PEG). *Jurnal Teknik Universitas Maria Kudus*. 2 (2) : 1-17.
- Guo, Y., Li, D., Hu, C., Wang, Y., and Wang, E., 2010. Layered Double Hydroxide Pillared by Tungsten Polyoxometaltes Synthetic and Photocatalytic Activity. *International Journal of Inorganik Materials*. 3 : 347-3555.
- Hassania, S., and Yadollahi, B., 2015. Zn-Al LDH Nanostructure Pillared by Fe Subtituted Keggin Type Polyoxometalate: synthetic and Characterization. *Polyhedron*. 99 : 260-265.

- Handayani, S., Kusuma, C. W., dan Budiasih, K. S., 2014. Pengaruh Variasi Rasio Mg/Al pada Sintesis Hidrotalsit dengan Metode Korespitasi Hidrotermal. *Journal Penelitian Saintek*. 19(1) : 75-87.
- Ismail, B., Hussain, S.T., and Akram, S. 2013. Adsorption of methylene blue onto spinel magnesium aluminate nanoparticles: Adsorption isotherms, kinetic and thermodynamic studies. *Chemical Engineering Journal*. 219: 395–402.
- Kim, H. J., Chu, H. J., Moon, J., Han, S. H., and Shul, G. Y., 2009. Preparation of Heteropoly Acid Entrapped in Nano Silica Matrix. *Molecular Crystals and Liquid Crystals Journal*, 371 : 131-134.
- Khatri, A., Peerzada, M.H., Mohsin, M., and White, M. 2015. A review on developments in dyeing cotton fabrics with reactive dyes for reducing effluent pollution. *Journal of Cleaner Production*. 87: 50–57.
- Kovanda, F., Jindova, E., Dousova, B., Kolousek, D., Plestil, J., and Sedlakova, Z., 2009. Layered Double Hydroxide Intercalated with Organic Anions and Their Application in Preparation of LDH/Polymers Nanocomposites. *Acta Geodyn. Geomater*. 6 (1) : 111-119
- Kozhevnikov, I.V., 2002. *Catalysis for Fine Chemical Synthesis Catalysis by Polyoxometalate*. United Kingdom. University of Liverpool.
- Kuang, Y., Zhao, L., Zhang, S., Zhang, F., Dong, M., Xu, S., 2010. Morphology, Preparation, and Application of LDH Micro/Nanostructure. *Materials*. 3 : 5220-5235.
- Kwon, T., and Pinnavaia, J. T., 1989. Layered Double Hydroxide Pillared by Polyoxometalate Keggin Ion Structure. *Synthetic Materials*. 1(4) : 381-383.
- Lesbani, A., Fitriliana, dan Mohadi, R. 2015. Conversion of Cyclohexanone to Adipic Acid Catalyzed by Heteropoly Compounds, *Indo.J.Chem*, 15, 1.
- Lin, Hsing, H., Adebjo, O., Moses., Frost, L., Ray., and Ding, Z., 2001. Thermogravimetric Analysis of Hydrotalcite Based on The Takovite Formulas. *Journal of Chemistry University*. 7(3) : 1-20.
- Lin, X., Wen, C. H., and Bo, E. W., 1997. Advances in Study of A New Class of Pillared Layered Microporous Materials Polyoxometalate Type Hydrotalcite Catalysis. *Journal of Natural Gas Chemistry*. 6 (2):155-168.
- Leofanti, G., Tozzola, G., Padavon, M., Petrini, G., Bordiga, S., and Zecchina, A. 1997. Catalyst Characterization: Characterization Techniques. *Catalysis Today*. 34: 307-327.
- Misono, M., 2013. Catalytic of Heteropoly Compounds. *Studies in Surface Science and Catalytic*. 176 : 97-155.
- Majumdar, R. D., Montina, T., Mullins, C. O., Gerken, M., and Hazendonk, P. 2016. Insights into asphaltene aggregate structure using ultrafast MAS solid-state ¹H NMR spectroscopy. *Fuel*, 193 359–368.

- Ohlin, C. A., James, R., and William H. C., 2014. The Energetics of Isomerisation in Keggin-Series Aluminate Cations. *Royal Society of Chemistry*, 43 : 14533-14536.
- Okuhara, T., Noritaka, M., and Misono, M., 2001. Catalytic Chemistry of Heteropoly Compounds. *Advance in Catalysis*, 41 : 129-131.
- Palapa, N dan Said, M. 2016. Keggin type Polyoxometalate $H_4[\alpha-SiW_{12}O_{40}] \cdot nH_2O$ Intercalated Hydrotalcite. *Science and Technology indonesia*. 1(1).1-4
- Palupi, E. 2006. Degradasi Methylene Blue dengan Metode Fotokatalis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO_2 . *Skripsi*. IPB: Bogor.
- Pope, M. T., 2013. *Synthesis and Structure*. New York. Elsevier Science.
- Pope, M. T., 1983. *Heteropoly and Isopoly Oxometalate*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Rabi, I.I., Zacharias J.R., Millman, S and Kusch, P. 1938. A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment. *Physical Review* 53, 4, 318–327.
- Rashed, M, Salwa., and Gaid, Amani., Kinetics and Thermodynamic Studies on the Adsorption Behavior of Rhodamine B-Dye on Duolite C-20 Resin. *Jornal of Saudi Chemical Society*. 16 : 209-215
- Richardson, J. T. 1989. *Principles of Catalyst Development*. Plenum Press: New York.
- Rafiee, E., and Shahbazi, F., 2006. One-pot Synthesis of Dihydropyrimodones Using Silica-Supported Heteropoly Acid as An Efficient and Reusable Catalyst: Improved Protocol Condition For The Biginelli Reaction. *Journal of Molecular Catalysis .A: Chemical*, 250 : 57-61.
- Sartono, A., 2006. Difraksi Sinar XRD. *Tugas Akhir Matakuliah Proyek Laboratorium Departement Fisika FMIPA*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi*. Liberty: Yogyakarta.
- Sharma, N., 2014. Synthesis, Characterization and Applications of Heteropolyacid Salts as Potentiometric Sensors and Catalyst. *Theses and Disertation*. India. Maharishi Markandeshwer University.
- Theiss, F., 2012. Synthesis and Characterisation of Layered Double Hydroxide and their Application for Water Purification. *Theses*. Australia. Queensland University of Technology.
- Teze, A., Michelon A., Herve G., 1990. *Inorganic Chemistry*, 27, 93.
- Tournassat, C., Bourg, C. I., and Steefel, I. C., 2015. *Surface Properties of Clays Minerals*. France. Development in Clays Science.
- Umair, S., Suriati, S., and Abdul, S., 2016. Synthesis and Struktural Analysis of Double Layered Ni-Mg-Al Hydrotalcite Like Catalyst. *University Teknologi Petronas*. 148: 261-267.
- Underwood, A. L., dan Day, R. A., 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta. Erlangga.
- Vimoses, Vipasiri., Lei, Shaomin., Jin, Bo., Chow., and Saint, C., 2009. Kinetic Study and Equilibrium Isotherm Analysis of Metylen Blue.

- Vincente, M, A. Gil, A., and Bergaya, F., 2013. *Pillared Clays and Clays Minerals*. Spain. Development in Clay Science.
- Warren, E. 1969. *X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley Public: Messachssusset.
- Wiyantoko, Baru., Kuniawati, Puji., Purbaningtyas, E., and Fathimah., 2015. Synthesis and Characterization of Hydrotalcite at Differential Mg/Al Molar Ratio. *Procedia Chemistry*. 17 : 21-26.
- Yolani, D. 2012. Modifikasi Bentonit Terpillar Al menggunakan Polydiallyl Dimethyl Ammonium sebagai Adsorben Sodium Dodecyl Benzene-Sulfonate. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Depok.
- Zakaria., 2003. Analisis Kandungan Mineal Magnetik pada Batuan Beku dengan Metode X-Ray Difrraction. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kendari. Kendari.
- Zhao, S., Xu, J., Wei, M., and Song, F, Y., 2011. Synergistic Catalysis by Polyoxometalate-Intercalated Layered Double Hydroxide: Oximation of Aromatic Aldehyd. *Green Chem*. 13 : 384-388.
- Zhang, J., Zhang, F., Ren, L., and Duan, X., 2004. Synthesis of Layered Double Hydroxide Anionic Clays Intercalated by Carboxylate Anions. *Material Chemistry and Physic*. 85 : 207-214.
- Zhang, Y., Su, J., Pan, Q., and Qu, W., 2012. Polyoxometalate Intercalated Mg-Al Layered Double Hydroxide and its Photocatalytic Performance. *Journal of Materials Science and Engineering*. 2(1) : 59-63.
- Zulaikha, I. A. 2005. Karakterisasi Zn/Al-Hydrotalcite Like Dalam Ragam Rasio Mol Zn/Al. *Skripsi*. FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.