

**SINTESIS BENTONIT TERPILAR MOLIBDENUM FOSFAT DAN  
APLIKASINYA SEBAGAI KATALIS PADA KONVERSI ETANOL  
MENJADI DIETIL ETER**

**SKRIPSI**

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



**HUSNAINI APRIANTI  
08031381621062**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **SINTESIS BENTONIT TERPILAR MOLIBDENUM FOSFAT DAN APLIKASINYA SEBAGAI KATALIS PADA KONVERSI ETANOL MENJADI DIETIL ETER**

#### **SKRIPSI**

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

**Oleh :**

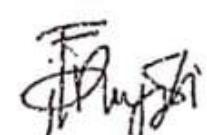
**HUSNAINI APRIANTI  
08031381621062**

**Indralaya, 15 April 2020**

**Pembimbing I**

  
**Dr. Hasanudin, M.Si.  
NIP. 197205151997021003**

**Pembimbing II**

  
**Fahma Riyanti, M.Si.  
NIP. 197204082000032001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Sintesis Bentonit Terpilar Molibdenum Fosfat dan Aplikasinya Sebagai Katalis Pada Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 8 April 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukkan yang diberikan.

Inderalaya, 15 April 2020

**Ketua :**

1. Dr. Hasanudin, M.Si.

NIP. 197205151997021003

(  )

**Anggota :**

2. Fahma Riyanti, M.Si.

NIP. 197204082000032001

(  )

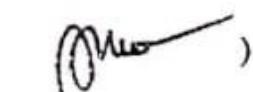
3. Zainal Fanani, M.Si.

NIP. 196708211995121001

(  )

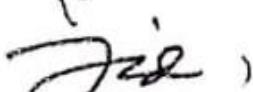
4. Prof. Dr. Muharni, M.Si.

NIP. 196903041994012001

(  )

5. Widia Purwaningrum, M.Si.

NIP. 197304031999032001

(  )

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001



Dr. Hasanudin, M.Si.

NIP. 197205151997021003

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Husnaini Aprianti  
NIM : 08031381621062  
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, 14 April 2020

Penulis,



Husnaini Aprianti

NIM. 08031381621062

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

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

Nama Mahasiswa : Husnaini Aprianti

NIM : 08031381621062

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

JenisKarya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: judul “Sintesis Bentonit Terpilar Molibdenum Fosfat dan Aplikasinya Sebagai Katalis Pada Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif 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, 14 April 2020

Yang menyatakan,



Husnaini Aprianti

NIM. 08031381621062

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*"Sesungguhnya bersama kesulitan pasti ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai dari suatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain"*  
*(Q.S Al'Insyirah: 6-7)*

*"Allah akan meninggikan orang-orang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"*  
*(Q.S Al'Mujailah: 11)*

*"Hidup bukan tentang mendapatkan apa yang diinginkan, namun tentang menghargai apa yang dimiliki dan sabar atas apa yang diimpikan"*

*Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:*

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

*Dan kupersembahkan kepada:*

- *Diriku*
- *Kedua orangtuaku*
- *Pembimbing dan teman-temanku*
- *Almamaterku*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dihaturkan kepada Allah SWT, Tuhan yang menciptakan dan memelihara seluruh alam semesta. Hanya kepada-Nya kita berserah diri dan meminta pertolongan. Penulis mengucapkan syukur karena dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Bentonit Terpilar Molibdenum Fosfat dan Aplikasinya Sebagai Katalis Pada Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Hasanudin, M. Si dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, saran, petunjuk dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat, kasih sayang dan hidayah-Nya yang dilimpahkan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan pembimbing yang telah memotivasi penulis.
4. Ibu Dr. Desnelli, M.Si selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Zainal Fanani, M.Si, Ibu Prof. Muhamni, M.Si dan Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku penguji sedari seminar proposal hingga sidang. Terima kasih atas saran dan masukannya untuk skripsi ini.
6. Seluruh staf dosen jurusan kimia FMIPA UNSRI yang telah mendidik dan membagikan ilmunya kepada penulis.
7. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA UNSRI (Yuk Niar, Yuk Nur dan Yuk Yanti) terima kasih atas ilmu, bantuan dan masukan yang dibagikan dengan penulis.
8. Staf Administrasi Jurusan Kimia FMIPA UNSRI (Mba Novi dan Kak Chosi'in) yang telah membantu penulis menyelesaikan urusan administrasi selama perkuliahan hingga sidang.

9. Ayahku tercinta Muhammad Husni dan Ibuku tersayang Ratna, A.Ma yang selalu mendukung apapun pilihanku dan tidak pernah menuntut harus menjadi apa. Hanya ucapan terima kasih yang bisa ku ucapkan atas segala hal yang telah kalian lakukan dan korbankan untukku. Terima kasih telah menjadi *support systemku*, Ayah dan Ibu.
10. Keluarga besar K.A. Rozak Latief seluruh Wak dan Sepupuku terima kasih atas dukungannya selama ini.
11. Clay and Griya Squad (Fitri, Puji dan Qodria) terima kasih atas bantuan selama penelitian dan satu kosan. Terima kasih telah mau direpotkan serta mengingatkanku ini dan itu. Puji dan Fitri terima kasih atas masakannya selama dikosan. Makasih juga untuk Qodria atas ilmu yang telah dibagikan selama penelitian ini. Sukses terus ya kalian partner KP dan TA ku. Semoga nanti bisa terealisasi naik sepeda disana ya.
12. OTW S.Si Squad (Fitri Yani, Kharimah Tafa'Wulan, Lepa Husnia, Luvita Andarini W.R., Penti Triani Putri dan Puji Kartika Aprianti), teman-temanku sedari maba yang tau segala kekuranganku, setiap dikampus hampir 5/7 selalu bareng dari tongkrongan di perpus sampai nongkrongnya di lab. Terima kasih sudah bertahan dan telah bersamai perjalanan selama hampir empat tahun. Kalau udah sukses nanti, jangan lupa buat wujudin impian kita dulu.
13. KF Cemara terima kasih telah membantu meramaikan suasana di Laboratorium Kimia Fisika selama penelitian ini berlangsung. Semangat penelitiannya ya. Semoga segala urusan kalian dilancarkan dan diberi kemudahan.
14. Gengs (Dwi Evita Sari, S.H, Novi Hardianti, Amd.Keb, Rini Amanda I.A., S.Pd dan Ulpa Triyuni, S.Kom) teman-temanku sedari SMA hingga hampir menyelesaikan pendidikan strata 1, terima kasih atas *support* dan pertanyaan ‘kapan wisudanya’ selama ini. Akhirnya adek maba menyelesaikan skripsi coy!.
15. Desma Yupita Sari, S.Pd yang mau direpotkan dan dimintai saran. Terima kasih atas bantuannya. Semoga segala urusannya dilancarkan dan dapat menjadi panutan bagi murid-muridmu kelak
16. Teman-temanku selama di UIN Raden Fatah yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas pengalaman yang telah kalian berikan. Semoga

kalian semua dapat menjadi orang hukum yang dapat membela pihak yang benar dimanapun kalian berada. Sukses selalu.

17. Teman seperjuangan Kimia'16 yang memberikan kenangan terbaik semasa kuliah. Terima kasih atas kebersamaannya selama masa perkuliahan.
18. Kebesol, terima kasih atas kerja samanya selama dikelas genap.
19. Terkhusus COVID-19, terima kasih telah mengajarkan untuk lebih bersabar lagi dan menyadarkan bahwa mau berusaha sekeras apapun, kalau emang belum waktunya akan ada aja ujiannya.
20. Adik-adik kimia 2017, 2018 dan 2019 semangat kuliahnya dan semoga lancar.

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

Indralaya, 14 April 2020

Penulis,



Husnaini Aprianti

NIM. 08031381621062

## **ABSTRAK**

### **SINTESIS BENTONIT TERPILAR MOLIBDENUM FOSFAT DAN APLIKASINYA SEBAGAI KATALIS PADA KONVERSI ETANOL MENJADI DIETIL ETER**

Husnaini Aprianti

Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M. Si dan Fahma Riyanti, M. Si  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya

xvii + 75 Halaman + 14 Gambar + 7 Tabel + 20 Lampiran

Telah dilakukan sintesis bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dari bentonit alam dengan variasi jumlah molibdenum fosfat dan diaplikasikan sebagai katalis pada konversi etanol menjadi dietil eter. Bentonit alam dipreparasi hingga diperoleh Na-bentonit. Na-bentonit mengalami peningkatan CEC dari 92 mEq/100 g menjadi 122,6 mEq/100 g. Bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dibuat dengan cara pilarisasi menggunakan ammonium heptamolibdat dan diamonium hidrogen fosfat dengan variasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g lalu dikarakterisasi dengan analisis keasaman, XRD, FTIR, SEM-EDS dan GSA. Hasil analisis keasaman menunjukkan keasaman katalis mengalami peningkatan dari 2,40 mmol/g untuk Na-bentonit menjadi 3,84 mmol/g, 6,25 mmol/g, 8,53 mmol/g, 6,03 mmol/g dan 8,28 mmol/g untuk masing-masing variasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g. Hasil XRD bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g menunjukkan puncak khas dari molibdenum pada  $2\theta$  26,473° dan 30,61°. Pita serapan pada bilangan gelombang 966, 2341, 874 dan 1048 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi regangan Mo-O, OH dari HPO<sub>4</sub> dan P-O berdasarkan hasil FTIR bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g. Morfologi bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g dilihat dari SEM mengalami peningkatan pori dan unsur Mo dan P yang dilihat dari hasil EDS. Hasil karakterisasi bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g dengan GSA menunjukkan peningkatan luas permukaan menjadi 102 m<sup>2</sup>/g, volume pori menjadi 0,1606 cm<sup>3</sup>/g dan diameter pori menjadi 62,98 Å. Hasil pengukuran konversi etanol menjadi dietil eter menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g memiliki konversi etanol yang lebih besar dibandingkan dengan variasi lainnya.

Kata Kunci : Bentonit-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, konversi etanol, dietil eter

## **ABSTRACT**

### **SYNTHESIS OF MOLYBDENUM PHOSPHATE PILLARED BENTONITE AND APPLICATION AS CATALYST ETHANOL CONVERSION TO DIETHYL ETER**

Husnaini Aprianti

Supervised by Dr. Hasanudin, M. Si dan Fahma Riyanti, M. Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sriwijaya University

xvii + 75 pages + 14 pictures + 7 tables + 20 attachments

Bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> has synthesized by molybdenum phosphate variations and applied as a catalyst for ethanol conversion to diethyl ether. Natural bentonite is prepared until Na-bentonite was obtained. Na-bentonite has increase CEC from 92 mEq/100 g to 122,6 mEq/100 g. Bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> was pilarization from ammonium heptamolybdate and diammonium hydrogen phosphate with 2, 4, 6, 8 and 10 mEq/g variations and then characterized using acidity analysis, XRD, FTIR, SEM-EDS and GSA. The results of the acidity analysis showed that the acidity catalyst increased from 2.40 mmol/g for Na-bentonite to 3.84 mmol/g, 6.25 mmol/g, 8.53 mmol/g, 6.03 mmol/g and 8.28 mmol/g for each variation of 2, 4, 6, 8 and 10 mEq/g. The results of the characterization bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g using XRD showed typical peaks of molybdenum at  $2\theta$  26.473° and 30.61°. Absorption bands at wavenumbers 966, 2341, 874 dan 1048 cm<sup>-1</sup> which were Mo-O, OH of HPO<sub>4</sub> dan P-O vibrations from FTIR bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g. The morphology of bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g was seen from SEM had increased pore and Mo and P elements were seen from EDS results. Characterization of bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g using GSA showed an increase in specific surface area to 102 m<sup>2</sup>/g, pore volume to 0.1606 cm<sup>3</sup>/g and pore diameter to 62.98 Å. Ethanol conversion to diethyl ether measurements using GC-MS showed that bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 6 mEq/g has greater ethanol conversion than other variations.

Keywords: Bentonite-Mo(HPO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, ethanol conversion, diethyl ether

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	.i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vii
<b>ABSTRAK .....</b>	x
<b>ABSTRACT .....</b>	xi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	xii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	5
2.1 Bentonit.....	5
2.1.1 Struktur Bentonit.....	5
2.1.2 Jenis-Jenis Bentonit .....	6
2.1.3 Cation Exchange Capacity (CEC) .....	7
2.2 Logam Molibdenum.....	8
2.2.1 Sifat-sifat Molibdenm .....	8
2.2.2 Molibdenum Fosfat.....	8
2.3 Bentonit Terpilar Molibdenum Fosfat .....	9
2.4 Katalis .....	9
2.5 Dietil Eter.....	11

2.6 Konversi Etanol .....	12
2.7 <i>Gas Chromatography-Mass Spectroscopy</i> (GC-MS) .....	13
2.8 Metode Adisi Standar .....	13
2.9 Karakterisasi .....	14
2.9.1 Analisis Keasaman .....	14
2.9.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	15
2.9.3 <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> (FTIR).....	15
2.9.4 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	16
2.9.5 <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA).....	16
2.9.5.1 Isoterm Adsorpsi.....	18
2.9.5.2 Grafik <i>Hysteresis Loop</i> .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat .....	21
3.2.2 Bahan.....	21
3.3 Prosedur Kerja .....	21
3.3.1 Preparasi Na-Bentonit .....	21
3.3.2 Penentuan Cation Exchange Capacity (CEC) Na-Bentonit ....	22
3.3.3 Pembuatan Bentonit-Mo( $HPO_4$ ) <sub>3</sub> .....	23
3.3.4 Konversi Etanol dengan Katalis Bentonit-Mo( $HPO_4$ ) <sub>3</sub> .....	23
3.3.5 Pengukuran Konversi Etanol Menggunakan GC-MS .....	24
3.3.6 Karakterisasi Katalis .....	24
3.3.6.1 Analisis Keasaman.....	24
3.3.6.2 XRD .....	25
3.3.6.3 FTIR.....	25
3.3.6.4 SEM-EDS .....	25
3.3.6.5 GSA NOVA 1000.....	25
3.3.7 Analisis Data .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1 Nilai <i>Cation Exchange Capasity</i> (CEC) Bentonit alam dan Na-Bentonit.....	27

4.2 Karakterisasi Analisis Keasaman Pada Na-Bentonit dan Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	28
4.3 Karakterisasi Na-Bentonit dan Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> dengan XRD ....	29
4.4 Karakterisasi Na-Bentonit dan Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> dengan FT-IR...	30
4.5 Karakterisasi Na-Bentonit dan Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> dengan SEM-EDS .....	31
4.6 Karakterisasi Na-Bentonit dan Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> dengan GSA NOVA 1000.....	33
4.7 Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter dengan Katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur bentonit.....	6
Gambar 2. Isoterm adsorpsi .....	18
Gambar 3. Tipe-tipe grafik <i>hysteresis loop</i> .....	19
Gambar 4. Skema reaktor batch .....	24
Gambar 5. Skema analisis keasaman .....	25
Gambar 6. Difraktogram XRD.....	29
Gambar 7. Spektrum FT-IR .....	30
Gambar 8. Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	31
Gambar 9. SEM.....	31
Gambar 10. Isoterm adsorpsi dan desorpsi nitrogen.....	33
Gambar 11. Kromatogram standar .....	35
Gambar 12. Spektra massa standar etanol .....	35
Gambar 13. Spektra massa standar dietil eter.....	36
Gambar 14. Kromatogram konversi etanol dengan katalis .....	37

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Sifat fisika dimetil eter .....	11
Tabel 2. Karakteristik puncak untuk fosfor, natrium dan molibdenum .....	16
Tabel 3. Nilai CEC bentonit alam dan Na-bentonit .....	27
Tabel 4. Data hasil perhitungan keasaman katalis .....	28
Tabel 5. Analisis unsur menggunakan EDS.....	32
Tabel 6. Data hasil perhitungan BET.....	34
Tabel 7. Data konversi etanol.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penentuan <i>Cation Exchange Capasity</i> (CEC) menggunakan adisi standar .....	45
Lampiran 2. Perhitungan keasaman katalis.....	47
Lampiran 3. Data digital difraksi XRD Na-bentonit.....	49
Lampiran 4. Data digital difraksi XRD Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	50
Lampiran 5. Hasil SEM-EDS Na-bentonit .....	51
Lampiran 6. Hasil SEM-EDS Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	52
Lampiran 7. Data digital BET Na-bentonit .....	53
Lampiran 8. Data digital BET Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .....	54
Lampiran 9. Perhitungan luas permukaan spesifik .....	55
Lampiran 10. Perhitungan diameter pori .....	57
Lampiran 11. Hasil GC-MS etanol tanpa katalis .....	58
Lampiran 12. Hasil GC-MS standar dietil eter .....	60
Lampiran 13. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Na-Bentonit.....	62
Lampiran 14. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 2 mEq/g .....	64
Lampiran 15. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 4 mEq/g .....	66
Lampiran 16. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 6 mEq/g .....	68
Lampiran 17. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 8 mEq/g .....	70
Lampiran 18. Hasil GC-MS konversi etanol dengan katalis Bentonit-Mo(HPO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 10 mEq/g .....	72
Lampiran 19. Perhitungan konversi etanol (%) .....	74
Lampiran 20. Dokumentasi penelitian .....	75

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bentonit adalah salah satu mineral yang paling banyak ditemui di Indonesia. Bentonit termasuk keluarga silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis-lapis. Bentonit memiliki kemampuan untuk mengembang dan kapasitas penukar ion, sehingga bentonit mampu menyerap kation antarlapisnya. Pada keadaan normal kemampuan kerja bentonit tidak begitu tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kemampuan kerja bentonit sehingga dapat mendapatkan produk yang lebih baik dan mempunyai ketahanan yang lebih tinggi (Istinia dkk, 2003). Sebelum dilakukan modifikasi, bentonit dilakukan penyeragaman kation terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai *Cation Exchange Capacity* (CEC) dari bentonit, dengan meningkatnya nilai CEC ini akan mempermudah proses modifikasi bentonit (Salim, 2012).

Modifikasi bentonit juga bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat kimia fisik seperti luas permukaan spesifik, *basal spacing*, volume total pori, rerata jejari pori dan keasaman total (Nugrahaningtyas dkk, 2016). Salah satu cara modifikasi yang dapat digunakan yaitu pilarisasi. Pilarisasi dilakukan dengan interkalasi kompleks kation logam polihidroksi ke dalam antarlapis silikat lempung yang diikuti dengan kalsinasi untuk membentuk pilar-pilar oksida logam (Istinia dkk, 2003).

Salah satu cara modifikasi bentonit yang dapat dilakukan dengan pilarisasi bentonit dengan molibdenum fosfat. Molibdenum akan menutupi permukaan bentonit yang tidak aktif, sehingga sisi aktif pada permukaan bentonit yang telah dimodifikasi dengan molibdenum akan menjadi lebih banyak (Stefanis and Tomlinson, 2006). Selain itu, molibdenum juga mempunyai kemampuan membentuk anion dengan stabilitas kimia, mekanis dan termal yang tinggi. Menurut Myrzakhanov *et al* (2018), modifikasi bentonit dengan molibdenum dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari  $40 \text{ m}^2 \text{ per g}$  menjadi  $280 \text{ m}^2 \text{ per g}$ . Molibdenum mempunyai tingkat oksidasi yang beragam. Untuk menstabilkan tingkat oksidasi molibdenum tersebut dapat dilakukan modifikasi menggunakan fosfat (Al-anazi, 2006). Oleh karena itu, molibdenum fosfat memiliki kegunaan

pada proses katalisis dan material (Zhang and Lu, 2006). Modifikasi bentonit dengan molibdnum fosfat bertujuan untuk mencapai selektivitas yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan aktivitas katalitiknya. Aktivitas dan selektivitas dari katalis sangat dipengaruhi oleh temperatur (Rao *et al*, 2001).

Bentonit terpilar dapat digunakan sebagai katalis pada proses konversi etanol menjadi dietil eter. Menurut Jamshidi *et al* (2013), katalis yang baik digunakan untuk proses ini adalah katalis padatan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan katalis diantaranya memiliki kekuatan asam yang tinggi, mempunyai situs aktif yang banyak, tahan air, stabilitas termal, stabilitas mekanik, ukuran, distribusi pori dan pembentukan produk samping yang sedikit. (HosseiniNejad *et al*, 2012)

Penggunaan katalis pada proses konversi etanol dapat mengoptimalkan sintesis dietil eter. Beberapa katalis yang dapat digunakan untuk proses ini diantaranya zeolit (Zhang and Yu, 2013), *heteropoly acid* (Krutpijit and Jongsomjit, 2016), H-ZSM-5 (Phung and Busca, 2015), bentonit (Korstanje, 1984), alumina (Widayat *et al*, 2013), Zirkonia, titania (Phung *et al*, 2015) dan lain-lain. Krutpijit (2016) telah melakukan konversi etanol menjadi dietil eter menggunakan katalis bentonit teraktivasi asam pada temperatur 200-400°C, dimana dengan meningkatnya temperatur konversi etanol yang dihasilkan semakin besar. Konversi etanol menjadi dietil eter berlangsung eksotermik dan menghasilkan konversi yang baik pada temperatur tinggi (Phung *et al*, 2015).

Sintesis dietil eter dilakukan karena penggunaan dietil eter sebagai bahan pelarut di industri cukup banyak digunakan. Dietil eter biasanya digunakan sebagai pelarut minyak, lemak, parfum dan lain-lain (Widayat *et al*, 2013). Penggunaan dietil eter pada industri di Indonesia sebagian besar masih di impor dari negara lain. Oleh karena tingginya kebutuhan dietil eter tersebut, maka perlu dilakukan produksi dietil eter (Saputra, 2019). Selain itu, dietil eter juga berpotensi sebagai pengganti bahan bakar fosil. Penggunaan dietil eter sebagai bahan bakar mempunyai keuntungan yaitu dapat digunakan sebagai campuran maupun bentuk murninya (Widayat *et al*, 2013). Hal ini karena dietil eter mempunyai angka setana sebesar 125 (Ciftci *et al*, 2012).

Pilarisasi dengan molibdenum fosfat diharapkan meningkatkan aktivitas katalitiknya. Penelitian ini dilakukan dua langkah. Pertama, modifikasi bentonit dengan pilarisasi menggunakan molibdenum fosfat. Kedua, pengaplikasian katalis bentonit terpilar molibdenum fosfat pada proses konversi etanol menjadi dietil eter dengan perbandingan variasi molibdenum, lalu katalis dengan hasil konversi terbaik dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, GSA, SEM dan analisis keasaman. Untuk menentukan aktivitas katalitik pada proses konversi etanol menjadi dietil eter dilakukan analisis menggunakan GC-MS.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bentonit memiliki kemampuan untuk mengembang dan kapasitas pertukaran ion. Akan tetapi, pada keadaan normal kemampuan kerjanya tidak begitu tinggi, sehingga dilakukan modifikasi dengan pilarisasi. Pilarisasi bentonit dengan molibdenum fosfat dapat meningkatkan aktivitas bentonit. Bentonit terpilar molibdenum fosfat dapat digunakan sebagai katalis. Katalis bentonit terpilar molibdenum fosfat diaplikasikan pada proses konversi etanol menjadi dietil eter. Sintesis dietil eter dilakukan karena penggunaan dietil eter sebagai bahan bakar cenderung meningkat. Penelitian ini difokuskan pada preparasi bentonit untuk meningkatkan CEC dan karakterisasi dari bentonit terpilar molibdenum fosfat serta pengaplikasiannya sebagai katalis untuk konversi etanol menjadi dietil eter dengan memvariasikan molibdenum fosfatnya.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah:

1. Menentukan nilai *Cation Exchange Capacity* (CEC) pada bentonit sebelum dan setelah dipreparasi.
2. Menentukan karakterisasi bentonit terpilar molibdenum fosfat yang memiliki hasil konversi terbaik menggunakan analisis keasaman, XRD, FTIR, SEM dan GSA.
3. Menentukan aktivitas katalitik bentonit terpilar molibdenum fosfat pada konversi etanol menjadi dietil eter menggunakan GC-MS.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai nilai CEC dari bentonit dan pembuatan bentonit terpilar molibdenum fosfat serta pengaplikasiannya sebagai katalis konversi etanol menjadi dietil eter.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, S. L. and Audu, A. A. 2017. Comparative Analysis on Chemical Composition of Bentonite Clays Obtained from Ashaka and Tango Deposits in Gombe State, Nigeria. *ChemSearch Journal*. 8(2): 35–40.
- Adhayuda, L. 2014. Studi Daya Adsorpsi Bentonit Alam Tapanuli Terinterkalasi Monosodium Glutamat terhadap Ion Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Berbagai Variasi pH. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Al-anazi, F. F. A. N. N. 2006. Propane Oxidative Dehydrogenation to Propene Using Molybdenum Phosphate Catalysts. *Thesis*. Wales: University of Cardiff.
- Aroke, U. O., Abdulkarim, A. and Ogubunka, O. O. 2013. Fourier-Transform Infrared Characterization of Kaolin, Granite, Bentonite and Barite. *Journal of Environmental Technology*. 6(1): 42–51.
- Ciftci, A., Varisli, D., Tokay, K. C., Sezgi, N. A. and Dogu, T. 2012. Dimethyl Ether, Diethyl Ether and Ethylene from Alcohols over Tungstophosphoric Acid Based Mesoporous Catalyst. *Chemical Engineering Journal*. 30: 1-8.
- Chiweshe, T. T. 2019. Characterization of Molybdenum and Tungsten Phosphates Compounds Prepared Using Ammonium Phosphates. *Bull. Chem. Soc. Ethiop.* 33(1):103-112.
- Coppe, B. C. *et al.* 2016. Multianalytical Method Validation for Qualitative and Quantitative Analysis of Solvent of Abuse in Oral Fluid by HS-GC/MS. *International Journal of Analytical Chemistry*. 1-7.
- Deng, C., Ding, F., Li, X., Guo, Y., Ni, W., Yan, H. and Yan, Y. M. 2013. Template-Preparation of Three-Dimensional Molybdenum Phosphide Sponge as High Performance Electrode for Hydrogen Evolution. *Journal of Materials Chemistry*. 0: 1–3.
- Dohrmann, R. *et al.* 2012. Interlaboratory CEC and Exchangeable Cation Study of Bentonite Buffer Materials. *Clay and Clay Minerals*. 60(2): 176-185.
- Efiyanti, L. dan Santi, D. 2016. Pengaruh Katalis NiOMoO Terhadap Perengkahan Minyak Cangkang Biji Jambu Mete. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34(3): 189–197.
- Faulina, A. 2012. Preparasi dan Karakterisasi CaO/Al<sup>3+</sup>-Bentonit sebagai Katalis Pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*). *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Fisli, A. dan Haerudin, H. 2002. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Oksida Mangan dengan Pendukung Bentonit Berpilar Alumina Untuk Oksidasi Ga CO. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Bahan*. 4: 257–264. Serpong.
- Gates, W. P., Kloprogge, J. T., Madejova, J. and Bergaya, F. 2017. *Infrared and*

- Raman Spectroscopies of Clay Minerals.* Netherland: Elsevier.
- Hamidpour, M. et al. 2010. Sorption Hysteresis of Cd(II) and Pb(II) on Natural Zeolite and Bentonite. *Journal of Hazardous Materials.* 181: 686-690.
- Haerudin, H. and Rinaldi, N. 2002. Characterization of Modified Bentonite using Alumunium Polycation. *Indonesian Journal of Chemistry.* 2(3): 173–176.
- Hosseininejad, S., Afacan, A. and Hayes, R. E. 2012. Catalytic and Kinetic Study of Methanol Dehydration to Dimethyl Ether. *Chemical Engineering Research and Design.* 90: 825–833.
- Istinia, Y., Wijaya, K., Tahir, I. dan Mudasir. 2003. Pilarisasi dan Karakterisasi Montmorillonit. *Jurnal Sains Dan Materi Indonesia.* 4(3): 1–7.
- Jamshidi, L., Baebosa, C., Nascimento, L. and Rodbari, J. 2013. Catalytic Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether (DME) Using the  $A_{1662.2}Cu_{25.3}Fe_{12.5}$  Quasicrystalline Alloy. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology.* 4(5): 1–8.
- Kamsuwan, T., Praserthdam, P. and Jongsomjit, B. 2017. Diethyl Ether Production during Catalytic Dehydration of Ethanol over Ru- and Pt- Modified H-beta Zeolite Catalyst. *Journal of Oleo Science.* 66(2): 199-205.
- Kar, P. 2014. Preparation, Characterizaion and Catalytic Applications of Pillared Clay Analogues and Clay-Polymer Composite Materials. *Thesis.* Rourkela: National Institute of Technology.
- Koestiari, T. 2014. Karakter Bentonit Terpilar Logam Alumunium Pada Variasi Suhu Kalsinasi. *Molekul.* 9(2): 144–154.
- Korstanje and Johannis, T. 1984. Rhenium and Molybdenum Catalyzed Dehydration Reactions. *Thesis.* Netherland: Utrecht University.
- Kotsapa, E. 2010. Synthesis and Characterization of Molybdenum and Vanadium Framework Materials. *Thesis.* England: University of Southampton.
- Krutpijvit, C. and Jongsomjit, B. 2016. Catalytic Ethanol Dehydration over Different Acid-Activated Montmorillonit Clay. *Journal of Oleo Science.* 65(4):347-353.
- Mara, A., Wijaya, K., Trisunaryati, W. and Mudasir. 2016. Effect of Sulfuric Acid Concentration of Bentonite and Calcination Time of Pillared Bentonite. *The 3rd International Conference on Advanced Materials Science and Technology.* 2(42): 2.
- Marini, A. T., Wijaya, K. and Sasongko, N. A. 2018. Synthesis of H/Bentonite and Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-bentonite and its Application to Produce Biogasoline from Nyamplung Oil by Catalytic Hydrocracking. *IOP Conf. Series: Earth and Envitomental Science.* 124: 1-6.
- Meçabih, Z. 2016. Characterization of Pillared Clay by SEM-EDX. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology.* 3(6): 5107–5109.

- Myrzakhanov, M., Markayev, Y., Shekeyeva, K. and Utelbayev, B. 2018. Pillar Structural Bentonite for Obtaining Dimethyl Ether from Natural Gas. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 53(1): 31–36.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R. and Ragadhita, R. 2019. How to Read and Interpret FTIR Spectroscopic of Organic Material. *Indonesian Journal of Science and Technology*. 4(1): 97–118.
- Nasser, M. S., Onaizi, S. A., Hussein, I. A., Saad, M. A., Al-marri, M. J. and Benamor, A. 2016. Intercalation of Ionic Liquids into Bentonite: Swelling and Rheological Behaviors. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 141–151.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi and Salni. 2013. Characterization of Bentonite by XRD and SEM-EDS and Use to Increase pH and Color Removal, Fe and Organic Substances in Peat Water. *Journal of Clean Energy Technologies*. 1(4): 313–314.
- Nauva, M. 2015. Pilarisasi Bentonit sebagai Katalis Basa Untuk Konversi Gliserol Karbonat. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nugrahaningtyas, K. D., Widjonarko, D. M., Daryani dan Haryanti, Y. 2016. Kajian Aktivasi  $H_2SO_4$  Terhadap Proses Pemilaran  $Al_2O_3$  Pada Lempung Alam Pacitan. *Jurnal Penelitian Kimia*. 12(2): 190–204.
- Panjaitan, R. R. 2010. Kajian Penggunaan Bentonit dalam Industri. *Berita Litbang Industri*, pp. 22–28.
- Petrovic, Z. et al. 2014. Composition Structure and Textural Characteristics of Domestic Acid Activated Bentonite. *Scientific Papers*. 5(1):133-139.
- Phung, T. H. and Busca, G. 2015. Diethyl Ether Cracking and Ethanol Dehydration: Acid Catalysis and Reaction Paths. *Chemical Engineering Journal*. 272: 92–101.
- Prianto, B. 2008. Katalisis Heterogen dengan Mekanisme Langmuir-Hinshel Wood Sebagai Model Reaksi Elektrolisis NaCl. *Dirgantara*. 9(3):51-54.
- Rahman, A., Arryanto, Y., Sutarno, Juwono, A. L. dan Roseno, S. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Organolempung dari Bentonit Indonesia. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. 16(1): 42–47.
- Rahmanian, A. and Ghaziaskar, H. S. 2013. Continous Dehydration of Ethanol to Diethyl Ether over Aluminum Phosphate-Hydroxyapatite Catalyst Under Sub and Supercritical Condition. *Journal of Supercritical Fluids*. 78: 34-41.
- Rao, K. N., Gopinath, R. and Prasad, P. S. S. 2001. Highly Selective Molybdenum Phosphate Catalyst for the Ammonoxidation of 2-Methylpyrazine to 2-Cyanopyrazine. *Green Chemistry*. 3: 20–22.
- Reddy, R., Kaneko, S., Endo, T. and Reddy, L. 2017. Spectroscopic Characterization of Bentonite. *Journal of Laser, Optics and Photonics*. 4(3):

1–3.

- Ruslan, Hardi, J. dan Mirzan, M. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Katalis Lempung Terpilar Zirkonia Tersulfasi Sebagai Katalis Perengkah. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Salim, M. 2012. Preparasi Organoclay dari Bentonit Merangin - Jambi dan Surfaktan Nonionik serta Aplikasinya sebagai Adsorben P-Klorofenol dalam Air. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Saputra, D. A. 2019. Pra Rancang Pabrik Dietil Eter dari Etanol dan Katalis Asam Sulfat dengan Proses Dehidrasi dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun. *Skripsi*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Shao, H., Gao, W., Zhang, D., Liu, Z. and Li, W. 2013. Study on Treatment Effect of Three Types of Industrial Wastewater by Ammonium Molybdate-modified Bentonite. *Advanced Materials Research*. 638: 286–291.
- Siebers, N. 2008. *Bentonite Functionalised with 2-(3-(2-aminoethylthio)propylthio)ethanamine(AEPE) for Removal of Hg(II) from Wastewaters*. Germany: Diplomica Verlag GmbH.
- Stefanis, A. De and Tomlinson, A. A. G. 2006. Towards Designing Pillared Clays for Catalysis. *Catalysis Today*. 114: 126–131.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Subaer, Nurhayati, Nurhasmi dan Nurfadillah. 2014. Analisis Petrografi Fasa Molybdenum (Mo) dari Oksida Primer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Deposit Bontocani dengan Teknik X-Ray Mapping dan Difraksi Sinar-X. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 4(2): 134–135.
- Sudarlin, S. 2018. *Prinsip dan Teknik Penggunaan Gas Sorption Analyzer (GSA)*. Yogyakarta.
- Supeno, M. 2007. Bentonit Alam Terpilar sebagai Material Katalis/Co-Katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen dari Air. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Tanko, N. L. and Tijjani, A. S. 2018. Gas Sorption Analysis of Pore Size Distribution and Pore Anisotropy of Mesoporous Materials. *Journal of Applied Geology and Geophysics*. 6(2): 28–36.
- Thommes, M. et al. 2015. Physisorption of Gases with Special Reference to The Evaluation of Surface Area and Pore Size Distribution (IUPAC Technical Report. *Pure Appl. Chem.* 87(9):1052-1063.
- Trisunaryanti, W. 2018. *Material Katalis dan Karakternya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tytko, K. H., Fleischmann, W. D., Gras, D. and Warkentin, E. 1985. *Gmelin*

- Handbook of Inorganic Chemistry: Mo Molybdenum.* Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- Ullman. 1987. *Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol, A.10, 5th edition,* VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim Federal Republic of Germany.
- Widayat dan Satriadi, H. 2008. Optimasi Pembuatan Dietil Eter dengan Proses Reaktif Distilasi. *Reaktor.* 12(1): 7-11.
- Widayat., Roesyadi, A., and Rachimoellah, M. 2013. Diethyl Ether Production Process with Various Catalyst Type. *International Journal of Science and Engineering.* 4(1): 6-10
- Wijaya, K., Pratiwi, A. S., Sudiono, S. and Nurahmi, E. 2002. Study of Thermal and Acid Stability of Bentonite Clay. *Indonesian Journal of Chemistry.* 2(1): 22–29.
- Wijaya, K., Tahir, I. and Baikuni, A. 2002. The Synthesis of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pillared Montmorillonite (CrPM) and Its Usage for Host Material of p-Nitroaniline. *Indonesian Journal of Chemistry.* 2(1): 12–21.
- Wu, G. M. et al. 2015. Clay-Supported Molybdenum Based Catalyst for Higher Alcohol Synthesis from Syngas. *Chinese Journal of Chemical Physics.* 28(5): 604-610.
- Xu, L. et al. 1999. A Nickel Molybdenum Phosphate with TunneL: Hydrothermal Synthesis and Structure of (NH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.(NH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>).Na. [Ni<sub>2</sub>Mo<sub>12</sub>O<sub>30</sub>(PO<sub>4</sub>)(HPO(H<sub>2</sub>P<sub>4</sub>).6H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>. *Journal of Solid State Chemistry.* 146: 533–537.
- Yusnani, A. 2008. Konsentrasi Prekursor Logam dan Metode Impregnasi Pada Preparasi NiMo/Zeolit Y Terhadap Karakter Katalis. *Skripsi.* Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Yusuf, B., Alimuddin, Nurliana, S. 2014. Analisa Pb<sup>2+</sup> dalam Lobster (*Panulirus sp*) dengan Metode Adisi Standar Spektrotometer Uv-Vis Menggunakan Peng kompleks Ditizon. *Jurnal Kimia Mulawarman.* 11(2): 56-58.
- Zhang, Q. and Lu, C. 2006. Hydrothermal Synthesis and Structures of Two New Molybdenum Phosphate Compounds based on Keggin Cluster Units. *Z. Anorg. Allg. Chem.* 330–334.
- Zhang, M. and Yu, Y. 2013. Dehydration of Ethanol to Ethylene. *Ind. Eng. Chem. Res.* 52: 9505-9514.