

**DEHIDRASI ETANOL MENJADI DIETIL ETER DENGAN
KATALIS BENTONIT TERPILAR ZIRKONIUM FOSFAT**

SKRIPSI

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



Oleh :

QODRIA UTAMI PUTRI

08031181621017

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**DEHIDRASI ETANOL MENJADI DIETIL ETER DENGAN
KATALIS BENTONIT TERPILAR ZIRKONIUM FOSFAT**

SKRIPSI

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

Oleh :

Qodria Utami Putri

08031181621017

Inderalaya, April 2020



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Dehidrasi Etanol Menjadi Dietil eter Dengan Katalis Bentonit Terpillar Zirkonium Fosfat” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 April 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, April 2020

Ketua :

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



Anggota :

2. **Fahma Riyanti, M. Si**
NIP. 197204082000032001
3. **Dr. Desnelli, M. Si**
NIP. 196912251997022001
4. **Widia Purwaningrum, M. Si**
NIP. 197304031999032001
5. **Drs. Almunandi T. Panagan, M. Si**
NIP. 196011081994021001



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Qodria Utami Putri

NIM : 08031181621017

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, April 2020

Penulis,

Qodria Utami Putri

NIM. 08031181621017

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa	: Qodria Utami Putri
NIM	: 08031181621017
Fakultas/Jurusan	: MIPA/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: “Dehidrasi Etanol Menjadi Dietil Eter Dengan Katalis Bentonit Terpilar Zirkonium Fosfat”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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, April 2020

Yang menyatakan,

Qodria Utami Putri

NIM. 08031181621017

Mahasuci Allah yang menguasai (segala) kerajaan, dan Dia Mahakuasa atas segala sesuatu

(Qs. Al-Mulk:1)

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(QS. Alam Nasyroh: 5)

“Jika engkau yakin semua urusan kan kembali pada Allah, maka lakukan yang terbaik dan yakinlah, Allah kan pilih yang terbaik untukmu“

(HR Tirmidzi)

Sesungguhnya jika engkau meninggalkan sesuatu karena Allah. Maka Allah akan menggantikan yang lebih baik padamu

(HR. Ahmad 5/363)

Yakinlah bahwa janji Allah itu benar

(Qs. Al-Baqarah 285-286)

Selalu berbuat baik kepada orang lain, dan berpegang teguhlah dengan Al-Qur'an dalam segala hal dan jangan pernah berharap kepada manusia karena yang akan kalian dapatkan hanya kekecewaan berharaplah kepada Allah SWT

(Qodria Utami P)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah mengkaruniakan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : “Dehidrasi Etanol Menjadi Dietil Eter dengan Katalis Bentonit Terpilar Zirkonium Fosfat”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya Palembang.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Hasanudin, M.Si dan Fahma Riyanti M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT. Atas segala rahmat, kasih sayang dan hidayah-Nya terhadap penulis yang sungguh tak terhitung jumlahnya hingga terselesainya skripsi ini.
2. Terkhusus untuk kedua orang tuaku Ayah Abdul Rahman dan Ibu Ruslaini yang selalu mendukung, memberikan motivasi, memberikan perhatian kasih sayang serta do'a yang tiada henti untuk Penulis. Semoga kalian selalu diberikan kebahagiaan dan untuk saudara-saudariku: Wulandari Dwi Safitri dan Fairuz Abadi yang penulis banggakan, sayangi dan cintai.
3. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar. M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T. selaku ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T. selaku sekretaris jurusan kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si. sebagai dosen Pembimbing Akademik yang sangat baik hati, ketua jurusan kimia yang baru, dosen pembimbing TA dan Dosen pembimbing PMW yang selalu bersedia memberikan ilmu

dan waktunya dari awal masuk universitas sampai menyelesaikan studi S1 jurusan kimia ini.

7. Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku pembimbing tugas akhirku, terima kasih untuk semua yang telah ibu beri, segala ilmu yang ibu berikan dan waktu yang ibu berikan kepada saya.
8. Bapak Drs, Almunandi T Panagan, M.Si, Ibu Dr. Desnelli, M.Si, dan ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku penguji sidang sarjana, terimakasih atas bimbingan selama penyusunan skripsi oleh Penulis dan masukannya serta telah menjadi bagian terpenting dari Penulis.
9. Seluruh staf dosen jurusan kimia Fakultas MIPA UNSRI yang telah membagi ilmunya serta telah mendidik penulis.
10. Orang yang selalu menemani sebagai teman, sahabat, abangku dan kesayangan (Bayu Pamungkas) terima kasih telah sabar dan selalu mendukung, menemani, memberikan motivasi dan menjadi penghiburku, terima kasih. You're the best. You always to be my love.
11. Keluarga Kantor/ Kontrakan biru (Khrisna Putra, Putraria, Imam Agus, Fery Nujik, Yulianto, Firman, Avrian, Habib, Reza dan Nogie) dan Sepupuku (Ferly Amanda) terima kasih sudah banyak membantu dalam masa perkuliahan dan menjadi teman yang baik selama masa perkuliahan, menghibur dan memberi dukungan, nasehat terima kasih banyak guyssss.
12. Kepada Teman Amanahku (Nabila, Kak Yohana, Kak Riska, Kak Nadya, Kak Dwi dan Kak lia) Terimakasih atas segala doa yang kalian panjatkan dan telah banyak mendukung serta memberi semangat untuk Penulis selama menyusun skripsi
13. Miftahur Rahma teman baikku yang sabar dan tidak mudah marah terima kasih telah mewarnai sebagian besar kehidupan perkuliahan dan memberikan pelajaran sabar dan nasehat-nasehatnya. Love you mah
14. Terima kasih teman lemburku sekaligus kakaku (Siti Hardiyani) yang selalu menemani, menasehati membimbing selama masa sulit di tugas akhir ini. Semangat kakak baik
15. Terima kasih kakak-kakak Angkatan 2015 khususnya (Kak Gustia, Kak Pemi, Kak Devi, Kak Retno, Kak Novita) dan kakak yang jauh kak Lulu

terima kasih ilmu yang kalian berikan keada saya selaku menjadi asisten saya, pengetahuan umum terima kasih banyak kak.

16. Terima kasih Panitia Olimpiade MIPA PT yang memberikan saya banyak pengalaman selama menjadi mahasiswa Unsri.
17. Terima kasih Kepada alumnus UNSRI yang selalu membantu (Kak Fadhila Rizki, S.Si) yang memberikan waktu dan ilmunya kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
18. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA yang telah banyak berjasa dalam kelengkapan alat dan bahan selama Penulis melakukan penelitian.
19. Mbak Novi, dan kak Iin yang membantu dalam menyelesaikan administrasi selama perkuliahan dan membantu semua urusan selama perkuliahan.

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 bermanfaat bagi kita semua.

Wassalammu'alaikumwarahmatullahiwabarakatu.

Inderalaya, April 2020

Qodria Utami Putri

008031181621017

SUMMARY

DEHYDRATION OF ETHANOL BECOMES DIETHYL ETHER WITH ZIRCONIUM PHOSPHATE PILARIZATION BENTONITCATALYST

Scientific paper in the form of a thesis, January 2020.

Qodria Utami Putri: Adviser by Dr. Hasanudin, M. Si and Fahma Riyanti, M. Si.

Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

xi + 74 pages, 6 tables, 12 pictures, 6 appendixes.

The process of pilarization of natural bentonite with zirconium phosphate is carried out by varying the amount of zirconium phosphate in a ratio of 2,4,6,8 and 10 mEq / 1 gram of natural bentonite. Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ catalyst with variations 2,4,6,8 and 10 mEq and Na-Bentonite are used to dehydrate ethanol to diethyl ether. The use of Na-Bentonite catalyst as a standard to get the best catalyst. The dehydration process of ethanol becomes diethyl ether is carried out using an open reflux tool and the ethanol dehydration results will be analyzed using a GC-MS tool. The results of ethanol dehydration using Na-Bentonite catalyst produced 0.05% diethyl ether area and Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ catalyst with a variation of 8 mEq / 1 g bentonite resulted in the largest percentile diethyl ether area was 42.66%. Na-Bentonite and Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ catalyst 8 mEq were characterized using XRD, FT-IR spectrophotometer, SEM-EDS, acidity analysis and GSA NOVA 1000. Diffractogram of Na-Bentonite and Bentonite-Zr (H₂PO₄)₄ 8 mEq Spectrophotometer shows that the process of pilarization of bentonite with zirconium phosphate occurs imperfectly. Functional group analysis using FTIR showed that there was a typical peak at 3600 cm⁻¹ which was identified by the vibration of α -Zr(H₂PO₄)₄ and at 3153 cm⁻¹ which was the typical peak of the -HPO₄ group. Acidity analysis with ammonia gas shows that the Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq catalyst has a higher acidity value than Na-Bentonite due to the presence of zirconium metal and hydrogen from phosphate groups. The surface morphology of Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq catalyst looks rough and many scattered pores are indicating that the distance between layers is due to zirconium phosphate pilarization in bentonite. Characterization with GSA (Gas Sorption Analyzer) shows that the Bentonite-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq catalyst has a surface area, pore volume and pore diameter greater than Na-Bentonite..

Keywords : Bentonite, Zirconium Phosphate, Ethanol, Diethyl ether.

Citation : 57 (1954-2018)

RINGKASAN

DEHIDRASI ETANOL MENJADI DIETIL ETER DENGAN KATALIS BENTONIT TERPILAR ZIRKONIUM FOSFAT

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Januari 2020.

Qodria Utami Putri: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M. Si dan Fahma Riyanti, M. Si.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xi + 74 halaman, 6 tabel, 12 gambar, 6 lampiran.

Proses pilarisasi bentonit alam dengan zirkonium fosfat dilakukan dengan memvariasikan jumlah zirkonium fosfat dengan perbandingan 2,4,6,8 dan 10 mEq/ 1 gram bentonit alam. Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ dengan variasi 2,4,6,8 dan 10 mEq dan Na-Bentonit digunakan untuk dehidrasi etanol menjadi dietil eter. Penggunaan katalis Na-Bentonit sebagai standar untuk mendapatkan katalis terbaik. Proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter dilakukan menggunakan alat refluks terbuka dan hasil dehidrasi etanol akan dianalisis menggunakan alat GC-MS. Hasil dari dehidrasi etanol menggunakan katalis Na-Bentonit menghasilkan persen area dietil eter sebesar 0,05% dan katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ dengan variasi 8 mEq/ 1 g bentonite menghasilkan persen area dietil eter terbesar yaitu 42,66%. Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq dikarakterisasi menggunakan XRD, Spektrofotometer FT-IR, SEM-EDS, analisis keasaman dan GSA NOVA 1000. Difraktogram dari katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq menunjukkan bahwa proses pilarisasi bentonit dengan zirkonium fosfat terjadi secara tidak sempurna. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR memperlihatkan adanya puncak khas pada 3600 cm⁻¹ yang teridentifikasi vibrasi dari α-Zr(H₂PO₄)₄ dan pada 3153 cm⁻¹ yang merupakan puncak khas gugus -HPO₄. Analisa keasaman dengan gas ammonia memperlihatkan bahwa katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ 8 mEq memiliki nilai keasaman yang lebih besar dari Na-Bentonit karena adanya logam Zirkonium dan hidrogen dari gugus fosfat. Morfologi permukaan Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ terlihat kasar dan banyak terdapat pori-pori tersebar menunjukkan bahwa adanya jarak antar layer akibat dari pilarisasi zirkonium fosfat pada bentonit. Karakterisasi dengan GSA (*Gas Sorption Analyzer*) menunjukkan katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ memiliki luas permukaan, volume pori dan diameter pori yang lebih besar dari Na-Bentonit.

Kata kunci : Bentonit, Zirkonium Fosfat, Etanol, Dietil eter.

kepastakaan : 57 (1954-2018)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
<i>SUMMARY</i>	iv
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Dietil eter	Error! Bookmark not defined.
2.2 Dehidrasi Etanol.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Bentonit Alam.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Katalis	Error! Bookmark not defined.
2.5 Logam Zr.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 Zirkonium fosfat	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 Zirkonium fosfat-Bentonit	Error! Bookmark not defined.
2.6 <i>Gas Chromathography – Mass Spectrometry</i> (GC – MS).....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Karakterisasi	Error! Bookmark not defined.
2.7.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	Error! Bookmark not defined.
2.7.2 <i>Fourier Transform Infra Red Spectroscopy</i> (FTIR)	Error! Bookmark not defined.
2.7.3 <i>Gas Sorption Analyzer</i> (GSA)	Error! Bookmark not defined.
2.7.4 Bentuk grafik adsorpsi dan desorpsi	Error! Bookmark not defined.

- 2.7.5 Grafik *Hysteresis Loop***Error! Bookmark not defined.**
 2.7.6 SEM-EDS (*Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive Spectroscopy*)**Error! Bookmark not defined.**
 2.7.7 Analisa Keasaman Permukaan (*Surface Acidity*) .**Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODE PENELITIAN.....**Error! Bookmark not defined.**

- 3.1 Waktu dan Tempat**Error! Bookmark not defined.**
 3.2 Alat dan Bahan.....**Error! Bookmark not defined.**
 3.2.1 Alat

.....**Er
 ror! Bookmark not defined.**

- 3.2.2 Bahan**Error! Bookmark not defined.**
 3.3 Prosedur Kerja**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.1 Preparasi Na-Bentonit.....**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.2 Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK) Bentonit alam dan Na-Bentonit**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.3 Pembuatan katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ dengan Variasi Konsentrasi Zr⁴⁺ Dengan Perbandingan 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/ 1 g Bentonit**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.4 Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H₂PO₄).....**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5. Karakterisasi Katalis Bentonit-ZrHPO₄ **Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5.1. Karakterisasi Struktur Kristal Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ yang Terbaik Menggunakan XRD.....**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5.2 Karakterisasi Gugus Fungsi Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ yang Terbaik Menggunakan Spektrofotometer FT-IR **Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5.3. Karakterisasi Analisis Keasaman Permukaan Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ yang Terbaik Menggunakan dan Ammonia Cair. **Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5.4. Karakterisasi Bentuk Permukaan Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄ yang Terbaik Menggunakan SEM-EDS**Error! Bookmark not defined.**
 3.3.5.5 Karakterisasi Luas Permukaan, Porositas, Volume Pori Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H₂PO₄)₄

yang Terbaik Menggunakan GSA NOVA-1000 . **Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Preparasi Na-Bentonit	Error! Bookmark not defined.
4.2. Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) Bentonit alam dan Na- Bentonit	Error! Bookmark not defined.
4.3. Hasil Dehidrasi Etanol dengan Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄	Error! Bookmark not defined.
4.4. Hasil Karakterisasi XRD Katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq dan Na-Bentonit	Error! Bookmark not defined.
4.5. Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq Menggunakan Spektrofotometer FTIR	Error! Bookmark not defined.
4.6. Analisis Keasaman Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq dengan Gas Amonia.....	Error! Bookmark not defined.
4.7. Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq Menggunakan SEM-EDS.....	Error! Bookmark not defined.
4.8. Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ Menggunakan GSA NOVA-1000.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1. KESIMPULAN	Error! Bookmark not defined.
5.2 SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	5
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur α -zirkonium monohidrogen fosfat	10
Gambar 2. Diagram sistematis dari sistem difraktometer	12
Gambar 3. Tipe-tipe adsorpsi dan desorpsi	19
Gambar 4. Tipe-tipe bentuk pori dan grafik <i>hysteresis</i>	19
Gambar 5. Reaktor Batch	25
Gambar 6. Ilustrasi Pertukaran Ion Na^+ pada layer bentonit	29
Gambar 7. Kromatogram GS-MS (a) Dehidrasi etanol tanpa katalis (b) Standar dietil eter	29
Gambar 8. Kromatogram GS-MS hasil dehidrasi etanol dengan katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit- $\text{Zr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_4$ 2,4,6,8 dan 10 mEq.....	34
Gambar 9. Difraktogram katalis Na-Bentonit dan Bentonit- $\text{Zr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_4$ 8 mEq	35
Gambar 10. Spektum FT-IR dari Na-Bentonit dan Bentonit- $\text{Zr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_4$ 8 mEq..	37
Gambar 11. Morfologi permukaan Na-Bentonit dan Bentonit- $\text{Zr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_4$ 8 mEq.	39
Gambar 12. Grafik adsorpsi dan desorpsi katalis Na-Bentonit dan Bentonit- $\text{Zr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_4$ 8 mEq.....	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat-sifat logam Zirkonium.....	8
Tabel 2. Nilai KTK dari Bentonit alam dan Na-Bentonit	28
Tabel 3. Persen area dan waktu retensi etanol dan dietil eter dari katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 2,4,6,8 dan 10 mEq.....	31
Tabel 4. Analisis keasaman Na bentonit dan katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq	34
Tabel 5. Data EDS dari katalis Na-bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq.	35
Tabel 6. Luas permukaan, volume pori dan diameter pori katalis	37
Tabel 7. Adisi Standar untuk Na-Bentonit.....	49
Tabel 8. Adisi standar untuk Bentonit Alam	49
Tabel 9. Tekanan relatif dan jumlah gas nitrogen teradsorpsi pada Na-Bentonit	70
Tabel 10. Tekanan relatif dan jumlah gas nitrogen teradsorpsi pada Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penentuan Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan Menggunakan Adisi Standar	47
Lampiran 2. Hasil GC-MS dan Spektra Massa pada GC-MS pada Katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄	49
Lampiran 3. Data XRD dari Na-Bentonit dan Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq.....	61
Lampiran 4. Analisis Situs keasaman dari katalis Na_bentonit dan Katalis Bentonit-Zr(H ₂ PO ₄) ₄ 8 mEq	63
Lampiran 5. Hasil Data GSA NOVA 1000 dan Perhitungan Luas Permukaan, Volume Pori dan Diameter Pori.....	64
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	70

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dietil eter merupakan salah satu jenis eter yang paling penting dan berharga. Di dalam dunia industri dietil eter biasa digunakan untuk pelarut organik seperti minyak, lemak, resin, mikroselulosa, getah, obat bius dan parfume. Selain sebagai pelarut dietil eter biasa digunakan sebagai pemisah antara senyawa organik dengan senyawa alam penyusunnya (Widayat *et al*, 2013). Dietil eter banyak digunakan karena sifatnya yang memiliki titik didih rendah dan semipolar sehingga mudah memisahkan suatu senyawa (Rokhmatin, 2011). Pemanfaatan dietil eter yang semakin meningkat menyebabkan banyaknya penelitian tentang pembuatan dietil eter.

Pembuatan dietil eter dapat dilakukan melalui proses dehidrasi etanol. Proses dehidrasi etanol membutuhkan katalis karena dalam proses dehidrasi etanol suhu yang dibutuhkan sangat tinggi. Katalis yang biasa digunakan dalam proses dehidrasi etanol berupa asam sulfat (Wu and Liao, 2009). Proses dehidrasi etanol yang menggunakan katalis asam sulfat disebut dengan reaksi Barbet. Penggunaan asam sulfat sebagai katalis pada reaksi dehidrasi etanol memiliki kekurangan karena bersifat korosi dan sulit terpisah (Ullman, 1987).

Kelemahan dari katalis asam sulfat dalam reaksi dehidrasi etanol, memicu banyak peneliti mengembangkan katalis alternatif yaitu katalis heterogen. Katalis heterogen dapat berupa silikat, alumina dan bentonit termodifikasi. Penggunaan katalis γ -alumina di dalam proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter memiliki selektivitas yang tinggi tetapi pada suhu 300°C dan menghasilkan dietil eter 65% dan terjadi deaktivasi katalis alumina. Penggunaan katalis silikat-alumina dalam proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter menghasilkan dietil eter 73% dengan suhu 275°C (Yaripour *et al*, 2005). Katalis Alumina termodifikasi tembaga oksida dalam proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter menggunakan suhu yang lebih rendah yaitu pada suhu 250°C tetapi dietil eter yang dihasilkan hanya 40,6% (Chiang and Lin, 2017).

Katalis heterogen yang lebih efektif untuk reaksi dehidrasi etanol menjadi dietil eter adalah silika alumina dibandingkan dengan zeolite dan alumina. Katalis

zeolite yang teraktivasi asam hanya menghasilkan banyak produk air tetapi tidak terbentuk dietil eter atau etanol hanya mengalami dekomposisi sebanyak 56,4%. Katalis alumina menghasilkan dietil eter sebanyak 2,41% dan katalis silika alumina menghasilkan sebanyak 2,98% dan etanol yang terkonversi sebanyak 15,27% (Widayat dkk, 2013). Salah satu karakterisasi dari katalis silika alumina sehingga menghasilkan banyak dietil eter adalah luas permukaan yang besar. Karakterisasi katalis silika alumina yang memiliki luas permukaan yang besar mirip dengan karakterisasi dari katalis bentonit yang terpillar logam zirkonium. Katalis bentonit terpillar logam zirkonium dan terdoping tembaga (II) dapat mengkatalisis reaksi dehidrasi alkohol seperti dehidrasi metanol menjadi dimetil eter pada suhu 200°C dengan menghasilkan dimetil eter 97,1% dan luas permukaan 111 m²g⁻¹ (Sunkou *et al*, 2003). Bentonit temodifikasi dengan ion positif akan lebih efektif karena memiliki sifat asam kuat bronsted (Phung *et al*, 2015).

Modifikasi bentonit bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan kimia contohnya dengan membuka jarak antar lapisan, memperbesar luas permukaan spesifik, meningkatkan volume pori, menyeragamkan ukuran pori dan meningkatkan keasaman. Modifikasi bentonit dapat dilakukan dengan cara pilarisasi. Pilarisasi bentonit dapat dilakukan dengan kompleks kation polihidroksi contohnya Al, Zr, Ti dan Fe-Polihidroksi. Modifikasi bentonit dengan pemiliran logam zirkonium menghasilkan senyawa dengan sifat asam padat yang kuat dengan sifat ini bentonit yang termodifikasi dengan zirkonium dapat menjadi katalis proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter (Torres *et al*, 1992). Logam zirkonium dapat membentuk senyawa berlapis dengan membentuk zirkonium fosfat.

Zirkonium fosfat merupakan senyawa dengan struktur berlapis yang dapat digunakan sebagai katalis heterogen (Curini *et al*, 2003). Zirkonium fosfat dapat menjadi asam Bronsted dan basa Bronsted sesuai kebutuhan dengan mengatur kondisi pada saat sintesisnya (Pica, 2017). Salah satu kondisi sintesis yang mempengaruhi bentuk dan sifat dari zirkonium fosfat adalah pengaruh konsentrasi logam zirkonium (Torres *et al*, 1992). Zirkonium fosfat dapat mengkatalisis reaksi-reaksi yang membutuhkan suhu tinggi dengan cara menurunkan suhu yang

dibutuhkan agar reaksi berjalan. Zirkonium fosfat *microspheres* dapat mengkatalisis reaksi asetilasi yaitu pembuatan asam stearat monoetanolamid (Zhang *et al*, 2010). Zirkonium fosfat mesopori dapat mengkatalisis reaksi *friedel-craf* (pembuatan senyawa aromatik menggunakan *benzilchloride*), esterifikasi pada asam lemak rantai panjang dan pembuatan senyawa furfural (Sinhamahapatra, 2010). Zirkonium fosfat amorf dapat mengkatalisis reaksi dehidrasi glukosa (Weingarten *et al*, 2013).

Penelitian ini difokuskan pada modifikasi bentonit alam dengan pilarisasi menggunakan zirkonium fosfat untuk mengkatalisis proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter. Pemilaran menggunakan zirkonium fosfat akan memperbesar ruang antar lapisan bentonit dan memperkuat sifat asam dari bentonit terpillar. Modifikasi bentonit dengan zirkonium fosfat akan dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Gas Sorption Analyzer (GSA)* dan *scanning Electron Microscope and Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)* untuk melihat bentuk struktur, luas permukaan, porositas dan volume pori dari hasil modifikasi dan menggunakan spektrofotometer FT-IR untuk melihat gugus fungsi hasil modifikasi bentonit dan analisis keasaman menggunakan ammonia dan piridin. Penentuan konsentrasi etanol yang terkonversi menjadi dietil eter maka dilakukan analisa menggunakan kromatografi gas (GC). Parameter yang diuji yaitu perbandingan antara jumlah zirkonium fosfat dan bentonit pada proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan yang ada dari penelitian ini adalah bagaimana kinerja katalis zirkonium fosfat-bentonit dengan variasi logam zirkonium untuk reaksi dehidrasi etanol menjadi dietil eter dan bagaimana pengaruh zirkonium fosfat terhadap sifat dan karakter dari bentonit terpillar.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mensintesis katalis Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat dengan variasi jumlah logam Zirkonium dan volume larutan fosfat dan menentukan

katalis Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat yang terbaik yang menghasilkan dietil eter yang terbanyak menggunakan alat GC-MS.

2. Mengkarakterisasi sifat kristalinitas katalis Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat dan menentukan kesempurnaan proses pemiliran pada katalis Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat menggunakan XRD dan Spektrofotometer FT-IR.
3. Mengkarakterisasi sifat keasaman dari Bentonit sebelum dipilar dan Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat dengan menggunakan gas Amonia.
4. Mengkarakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM EDS dan luas permukaan, volume pori serta diameter pori menggunakan GSA NOVA 1000 dari Bentonit sebelum dipilar dan Bentonit terpillar Zirkonium Fosfat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat membantu dan memberikan informasi yang lebih terhadap modifikasi bentonit alam dengan zirkonium fosfat sebagai katalis dalam reaksi dehidrasi etanol menjadi dietil eter.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M dan Khairurrijal. 2008. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanoscience dan Teknologi*. 2(1): 1-8.
- Amman, L. 2003. *Cation Exchange and Adsorption on Clays and Clay Minerals*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Armenta, M. A., Maytorena, V. M., Alamilla, R. G., Valdez, R., and Olivas, A. 2018. Thermodynamic and Catalytic Properties of Cu- and Pd-nanoparticles Over Mixed γ - χ - Al_2O_3 for Methanol Dehydration Toward Dimethyl Ether. *International Journal of Hydrogen Energy*. 360(3199): 1-12.
- Azizi, Z., Rezaeimanesh, M., Tohidian, T., and Rahimpour, M. R. 2014. Dimethyl Ether: A Review of Technologies and Production Challenges. *Chem. Eng. Process. Process Intensif*. 82, 150–172.
- Bunaciu, A. A., Undristioiu, E.G., Aboul-Enein, Y. H. 2015. X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 45: 289–299.
- Bourliva, A., Michailidis, K., Sikalidis, C., and Fillipidis, A. 2013. Spectroscopic and Thermal Study of Bentonit From Milos Island, Greece. *Bulletin of The Geological Society of Greece*. 157(3): 2020-2029.
- Chiang, C.L and Lin, K. S. 2017. Preparation and Characteration of $\text{CuO-Al}_2\text{O}_3$ Catalyst for Dimethyl Ether Production Via Methanol Dehydration. *International Journal of Hydrogen Energy*. 42: 25326-25338.
- Curini, M., Montanari, F., Rosati, O., Liyo, E., and Margarita, R. 2003. Layered Zirconium Phosphate and Phosphate as Heterogeneous Catalyst in The Preparation of Pyrroles. *Tetra Letter*. 44(20): 3923-3925.
- Creswell, C.J., Runquist, Olat., A, Campbel., and Malcom, M. 1982. Analisis Spektrum Senyawa Organik Edisi ke-2. ITB Press. Bandung.
- Fathurrahmi. 2004. Modification of Catalyst Natural Zeolite by Using TiO_2 . *Thesis*. Kimia FMIPA. Universitas Kuala Syiah.
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J. 1994. *Kimia Organik. Jilid 2. Edisi ketiga*. Jakarta. Erlangga.
- Fisli, A dan Hery, H. 2002. Pembuatan Karakteristik Katalis Oksida Mangan dengan Pendukung Bentonit Terpilal Alumina untuk Oksidasi Gas CO. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2002. ISBN: 1441-1221 diselenggarakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Iptek Bahan-BATAN.

- Haerudin, Hery, Nino Rinaldi, and Adel Fisli. 2002. "Characterization of Modified Bentonit Using Alumunium Polycation." *Indonesian Journal of Chemistry* 2(3): 173–76.
- 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(2012): 825-833.
- Istadi, 2006, Fundamental dan Aplikasi Teknologi Katalis untuk Konversi Energi. *Skripsi*. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.
- Kijenski, J and Baiker, A. 1989. Acidity Sites on Catalyst Surface and Their Determination. *Catalys Today*. 5(1): 1-120.
- Krisnandi, Y. K., Sihombing, R., dan Sunu, O.M. 2013. *Bentonit Alam Tapanuli Diinterkalasi BenzilTrimetilAmmonium Klorida (BTMA-Cl) Sebagai Adsorben p-Klorofenol dan Fenol*. Departemen Kimia: Fmipa UI Depok.
- Kwela, Z.N. 2006. *Alkali Fusion Processes for Recovery of Zirconia and Zirconium From Zircon Sand*. Afrika Selatan: University of Pretoria.
- Mapes, J. E and Eischens, R. P. 1954. The Infrared Spectra of Ammonia Chemisorbed on Cracking Catalysts. *Journal Physic Chemistry*. 58(12): 1059-1062.
- McNair, M., Harold., Miller., and James, M. 1998. *Basic Gas Chromatthography*. John Willey & Sons Inc. New York
- Meçabih, Z. (2016). Characterization of Pillared Clay by SEM-EDX. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 3(6), 5107–5109.
- Moradi, G. R., Yaripour, F., and Vale-Sheyda, P. 2010. Catalytic Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether Over Mordenite Catalysts. *Fuel Processing*. 91(1): 461-468.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi, and Salni. 2013. Characterization of Bentonit by XRD and SEM-EDS and Use to Increase pH and Color Removal, Fe and Organic Subtences in Peat Wate. *Science Journal of Chemistry*. 1(5): 74-82.
- Ni, W., Li, D., Zhao,X., Ma, W., Kong, K., Gu, Q., Chen, M., and Hou, Z. 2019. Catalytic Dehydration of Sorbitol and Fructose by Acid-Modified Zirconium Phosphate. *Catalysis Today*. 319(2010): 66-75.
- Nugrahaningtyas, K. D., Widjonarko, D. M., dan Daryani, Y. H. 2016. Kajian Aktivasi H₂SO₄ Terhadap Proses Pemilaran Al₂O₃ Pada Lempung Alam Pacitan. *Jurnal Penelitian Kimia*. 12(2): 190-203.

- Nurhidayah. 2016. Karakteristik Material Pasir Besi dengan Menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) Di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Uin Alauddin Makasar.
- Ogawa, T., Inoue, N., Shikada, T., and Ohno, Y. 2004. Direct Dimethyl Ether Synthesis. *Journal of Natural Gas Chemistr.* 12(4): 219-227.
- Ortega, C., Razaeei, M., Hessel, V., and Kolb, G. 2018. Methanol to Dimetil Ether Conversion Over a ZSM-5 Catalyst: Intrinsic Kinetic Study on an External Recycle Reactor. *Chemical Engineering Journal.* 374: 741-753.
- Pica, M. 2017. Zirconium Phosphate Catalysts in the XXI Century: State of the Art from 2010 to Date. *Journal Catalysis.* 190(7): 1-18.
- Pharas, D., Kartika, Y., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2008). Activated carbon from jackfruit peel waste by H₃PO₄ chemical activation: pore structure and surface chemistry characterization. *Chemical Engineering Journal.* 140(1), 32-42.
- Phung, T. K., Hernandez, L.P., Lagazzo, A., and Busca, G. 2014. Dehydration of Ethanol Over Bentonit, Silica Alumina and Alumina: Lewis Acidity, Bronsted Acidity and Confinement Effects. *Applied Catalysis A: General.* 10(14): 77-89.
- Phung, T. K., Hernandez, L.P., Lagazzo, A., and Busca, G. 2014. Dehydration of Ethanol over Zeolites, Silica Alumina and Alumina: Lewis Acidity, Brønsted Acidity and Confinement Effects. *Applied Catalysis A: General.* 10(14): 1-42.
- Poernomo, H. 2012. *Informasi Umum Zirkonium*. Yogyakarta: Badan Tenaga Nuklir Nasional Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan.
- Purwakusumah, E. D., Rafi, M., syafitri, U., Nurcholis, W., dan Adzkiya, M. 2014. Identifikasi dan Autentifikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektrometri FTIR dan Kemometrik. *Agritech.* 34(1): 82-87.
- Rakadya, G. 2014. Modifikasi Bentonit Tapanuli Terinterkalasi Alanin dengan Variasi pH Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal dan Kadmium. *Skripsi*. Kimia FMIPA. Universitas Indonesia.
- Ravindra, R. T., Kaneko, S., Endo, T., and Lakshmi, R. S. 2013. Spectroscopic Characterization of Bentonit. *Journal of Laser, Optics & Photonics.* 4(3): 1-4.
- Reddy, R., C., Lyengar, P., Nagendrappa, G., Prakash., and Jai, B.S., 2007. Surface acidity Study of Mn⁺-Montmorillonite Clay Catalyst by FT-IR Spectroscopy: Corellation with Esterification activity. *Catalyst Communications,* 4(8): 241-246.

- Ruslan., Hardi, J., dan Mirzan, m. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Katalis Bentonit Terpilir Fe Tersulfonasi Sebagai Katalis Perengkah. *Prosiding Seminas Nasional*. Palu: Universitas Tadulako Palu.
- Reza, M. A. D. 2017. Pembuatan Dietil Eter dengan Katalis Berbasis γ -Al₂O₃ Dipromote dengan Logam Cr dan Co dalam Reaktor Fixed Bed. *Skripsi*. Teknik Kimia FT. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Reza, S. 2012. Preparasi dan Karakterisasi Bentonit Tapanuli Terinterkalasi Sufraktan Katonik ODTMABr dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Para-Klorofenol. *Skripsi*. Kimia FMIPA. Universitas Indonesia.
- Ruthven, D. M. 1984. *Principles of Adsorption and Adsorption Processes*. Canada : Wiley-Interscience Publication.
- Sastrohamidjodjo, H. 1988. *Interpretasi Spektromassa*. Gajah Mada Universty Press. Yogyakarta
- Schechter, I., Barzilai, I. L., and Bulatov, V. 1997. Online Remote Prediction of Gasoline properties by Combined Optical method. *Analytica Chemica Acta*. 339: 193-199.
- Seddon, D., 2011. Methanol and dimethyl ether (DME) production from synthesis gas. *Advances in Clean Hydrocarbon Fuel Processing*. 363–386.
- Sinhamahapatra, A., Sutradhar, N., Roy, B., Tarafdar, A., Bajaj, H.C., and Panda, A.B. 2010. Mesoporous zirconium phosphate catalyzed reactions: Synthesis of industrially important chemicals in solvent-free conditions. *Appl. Catal. A Gen*. 385, 22–30.
- Sun Kou, M. R., Mendioroz, S., Salerno, P., and Munoz, V. 2003. Catalytic Activity o Pillared Clays in Methanol Conversion. *Applied Catalysis A: General*. 240(2): 273-285.
- Tan, X., Lu, H., Wang, J., Jin, C., Yang, W., and Zhang, Q. 2014. Synthesis of Iron Oxides Intercalated Montmorillonite and α -Zirconium Phosphate Particles and Their Applications in Polystyrene Composites. *Journal of Applied Polymer Science*. 4237: 1-7.
- Trisuryanti. 2001. Selectivity of An Active Zeolite in Catalytic Conversion Process of Bangkirai, Krusing and Kamper Woods Biofuel to Gasoline Fraction. *Indonesia Journal of Chemistry*, 1: 35-4.
- Trisunaryanti, W. (2018). *Material Katalis dan Karakternya* (Nanik, Ed.). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Toress, E.M., Sham, E and Grange, P. 1992. Pillared Clays: Preparation and Characterization of Zirconium Pillared Monmorillonite. *Catalysis Today*. 15(3-4): 515-526.
- Ullman. 1987. *Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol, A.10, 5th edition*, VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim Federal Republic of Germany.
- Yaripour, F., Baghaei, F., Schmidt, I., and Peeregaard, J. 2005. Catalytic Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether (DME) Over Solid-Acid Catalysts. *Catalysis Communications*. 6(2): 147-152.
- Yulia, I., Wijaya, K., Tahir, I., dan Mudasir. 2003. Pilarisasi dan Karakterisasi Montmorillonit. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 4(3): 1-7.
- Weingarten, R., Kim, Y.T., Tompsett, G.A., Fernández, A., Han, K.S., Hagaman, E.W., Conner, W.C. Jr., Dumesic, J.A., and Huber, G.W. 2013. Conversion of glucose into levulinic acid with solid metal(IV) phosphate Catalysts. *J. Catal.* 304: 123–134.
- Wicaksono, D. D., Setiawan, N. I., Wilopo, W., dan Harijoko. 2017. Teknik Preparasi Sampel Dalam Analisis Mineraslogi Dengan XRD (*X-Ray Diffraction*) Di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. *Proceeding. Seminar Nasional Kebumihan Ke-10*.
- 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 Bentonit Clay. *Indonesian Journal of Chemistry*. 2(1): 22–29.
- Wu, Y and Liao, S. 2009. Review of $\text{SO}_4^{2-}/\text{M}_x\text{O}_y$ Solid Superacid Catalysts. *Front. Chem. Eng. China*. 3(3): 330–343
- Zhang, F., Xie, Y., Lu, W., Wang, X., Xu, S., and Lei, X. 2010. Preparation of microspherical α -zirconium phosphate catalysts for conversion of fatty acid methyl esters to monoethanolamides. *J. ColloidInterface Sci.* 349: 571–577.
- Zhang, Y., Shao, D., Yan, J., Jia, X., Li, Y., Yu, P., and Zhang, T. 2016. The pore size distribution and its relationship with shale gas capacity in organic-rich mudstone of Wufeng-Longmaxi Formations, Sichuan Basin, China. *Journal of Natural Gas Geoscience*. 20 (2):1-8.
- Zhirong, L., Uddin, A., and Zhanxue, S. 2011. FT-IR and XRD Analysis of Natural Na-bentonit and Cu(II)-loaded Na-bentonit. *Spectrochimica Acta*. A(79): 1013-1016.