

**PILARISASI BENTONIT ALAM DENGAN MOLIBDENUM  
FOSFIDA UNTUK DEHIDRASI ISOPROPIL ALKOHOL  
MENJADI DIISOPROPIL ETER**

**SKRIPSI**



**KRISTINA TAMPUBOLON  
08031381621058**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PILARISASI BENTONIT ALAM DENGAN MOLIBDENUM FOSFIDA  
UNTUK DEHIDRASI ISOPROPIL ALKOHOL  
MENJADI DIISOPROPIL ETER**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**KRISTINA TAMPUBOLON**

**08031381621048**

Indralaya, 14 Januari 2021

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Nova Yuliasari, M.Si**  
NIP. 197307261999032001



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pilarisasi Bentonit Alam Dengan Molibdenum Fosfida Untuk Dehidrasi Isopropil Alkohol Menjadi Diisopropil Eter” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 06 Januari 2021 dan diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 14 Januari 2021

### Ketua :

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

(...  ...)

### Anggota :


2. **Nova Yuliasari, M.Si**  
NIP. 197307261990320001

(.....  .....

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

(...  ...)

2. **Dr. Eliza, M.Si**  
NIP. 196407291991022001

(.....  .....

3. **Widia Purwaningrum, M.Si**  
NIP. 197304031999032001

(...  .....

### Mengetahui,

**Dekan FMIPA**



**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc**

**NIP. 197210041997021001**

**Ketua Jurusan Kimia**



**Dr. Hasanudin, M,Si**

**NIP. 197205151997021003**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Kristina Tampubolon

NIM : 08031381621048

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 Januari 2021

Penulis



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

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

Nama Mahasiswa : Kristina Tampubolon  
NIM : 08031381621048  
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: “Pilarisasi Bentonit Alam Dengan Molibdenum Fosfida Untuk Dehidrasi Isopropil Alkohol Menjadi Diisopropil Eter”. 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.

Indralaya, 14 Januari 2021

Yang menyatakan,



Kristina Tampubolon

NIM. 08031381621048

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada  
Tuhan Yang Maha Esa

Ku persembahkan karya ini kepada :

- ❖ Kedua orang tuaku (Bapak Hotma Arifin Tampubolon yang telah memberikan semangat dan kasih sayang serta senantiasa mendo'akanku dan (+) Ibu Rusmia Hutahaeen)
- ❖ Keluargaku (Bapak Berton Tampubolon dan Ibu Esteria Sibarani) yang selalu memberikan semangat dan mendo'akan setiap langkah penulis
- ❖ Saudara/i ku (Lenni Marlina Tampubolon ; Bungaran Tampubolon ; Herman lucius Tampubolon ; Krista Tampubolon)
- ❖ Pembimbing Skripsiku bapak Dr. Hasanudin M,Si dan ibu Nova Yuliasari, M.Si
- ❖ Almamaterku Universitas Sriwijaya

## MOTTO

**“Tidak ada kata terlambat untuk belajar, tekunlah mencari ilmu selagi masih ada waktu dan kesempatan”**

**“Percayalah Tuhan dapat memampukanmu untuk menghadapi situasi yang akan dijalani”**

**“Do'akan saja apa yang dijalani dan dilewati”**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pilarisasi Bentonit Alam Dengan Molibdenum Fosfida Untuk Dehidrasi Isopropil Alkohol Menjadi Diisopropil Eter”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan sebagai pembimbing pertama skripsi sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan motivasi dan pelajaran hidup yang bermakna dari awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam memperoleh gelar sarjana.
3. Ibu Nova Yuliasari, M.Si sebagai pembimbing kedua skripsi yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga memperoleh gelar sarjana.
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, Ibu Dr. Eliza, M.Si dan Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku dosen penguji sidang sarjana yang telah memberikan ilmu serta saran hingga tersusunnya skripsi ini.
5. Seluruh staf Dosen dan Analis Jurusan Kimia Fakultas MIPA yang telah membimbing selama masa perkuliahan dan memberi ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Kedua orang tuaku (Bapak Hotma Arifin Tampubolon yang telah memberikan semangat dan kasih sayang serta senantiasa mendo'akanku dan (+) Ibu Rusmia Hutahaean yang sudah menemani masa-masa kecilku hingga usia 9 tahun, terimakasih banyak buat kenangan indahny mak..)
7. Kak Iin, Mbak Novi, dan Kak Teju selaku admin jurusan. Terima kasih banyak telah membantu dan memberikan pelayanan administrasi selama perkuliahan hingga penulis menyelesaikan studinya.

8. Keluargaku (Bapak Berton Tampubolon dan Ibu Esteria Sibarani) yang selalu memberikan semangat dan mendo'akan setiap langkah penulis. Terimakasih buat kasih sayang melimpah dan kesabarannya
9. Saudara/i ku (Lenni Marlina Tampubolon ; Bungaran Tampubolon ; Herman lucius Tampubolon ; Krista Tampubolon) yang ku banggakan, yang selalu mendukung dan memberi semangat selama perkuliahan.
10. Keluarga Cemara (Dian Ps, Kharimah, Penty, Sastriani, Ira, Lepa, Yusri dan Melati) terima kasih telah berbagi kebahagiaan selama perkuliahan dan terimakasih juga telah berbagi suka duka selama penelitian di lab kf. semoga kita bisa ketemu lagi dalam keadaan sehat dan sukses.
11. Teman-teman SMA ku Veren dan Elisa terima kasih sampai saat ini masih menjalin hubungan baik dengan ku, sukses selalu untuk kita.
12. Khususnya buat Lepa Husnia terimakasih telah menjadi tempat bertukar keluh kesah dan membagi semangat dalam menyelesaikan penelitian.
13. Seli, Demi, Fahmi, Luvita, Nur, Dita terimakasih telah menjadi teman main bareng selama kurang lebih 4 tahun ini. Khususnya Devi Rezkianata terimakasih karena selalu menghibur dan memberikan semangat, tidak disangka kita masih berteman sampai saat ini.
14. Teman-teman Anak bimbingan bapak Hasan Fitri, Puji, Neni dan Qodria terima kasih banyak karena selalu memberikan semangat.
15. Terimakasih juga buat teman-teman P3MI Wesley Palembang yang selalu mengingatkan untuk selalu menyertakan Tuhan dalam setiap langkah yang akan dikerjakan.
16. Teman-teman seperjuangan Kimia 2012-2019 FMIPA Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 14 Januari 2021

Kristina Tampubolon



NIM.08031381621048



## ABSTRACT

### **PILARIZATION OF NATURAL BENTONITE WITH MOLIBDENUM PHOSPHIDE FOR THE DEHYDRATION OF ISOPROPYL ALCOHOL TO DIISOPROPYL ETHER**

Kristina Tampubolon: Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si and Nova Yuliasari,  
M.Si

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

Xvi + 85 pages + 14 pictures + 8 tables + 8 attachments

The preparation of molybdenum phosphide pillared bentonite catalyst has been carried out with various variations of bentonite-MoP concentrations, namely 2, 4, 6, 8 and 10 meq/g. The purpose of this study was to apply the bentonite-MoP catalyst during the dehydration of isopropyl alcohol to diisopropyl ether and to characterize the best synthesis results using XRD, SEM-EDS, FTIR and GSA. Pilarization was carried out to increase the catalytic ability of bentonite using molybdenum phosphide. Before being polarized, bentonite was prepared using NaCl to obtain Na-bentonite. Determination of CEC (Cation Exchange Capacity) in natural bentonite and Na-Bentonite has increased from natural bentonite by 165,85 mEq/100 grams and Na-Bentonite at 279,15 mEq/100 grams, so that it will facilitate the pilarization process. Based on XRD characterization pilarization has been successfully carried out, indicated by a  $2\theta$  shift from an angle of  $6,02^\circ$  to  $7,22^\circ$ . The SEM-EDS results showed changes in morphology and elements, Na-Bentonite which originally had a layered surface structure while the surface pores of bentonite-MoP had many gaps because part of the surface was covered by molybdenum and phosphide, indicated by the presence of small oval spots. Pilarization was successfully carried out as indicated by the increase of the Mo element from 0% to 5,03% and the P element from 0,24% to 0,80%. The FTIR spectra on bentonite-MoP were characterized by the appearance of an absorption band of  $925\text{ cm}^{-1}$  which was  $\text{MoO}_2$  vibrations. The results of the GSA analysis showed an increase in the pore surface area, initially from  $52,844\text{ m}^2/\text{g}$  to  $63,69\text{ m}^2/\text{g}$ . The pore diameter was originally  $53,76\text{ \AA}$  to  $63,93\text{ \AA}$ . The acidity analysis was carried out using gravimetric method by calculating the amount of ammonia absorbed, the results of the acidity analysis showed an increase in the total acidity after the initial screening was carried out from  $1,5755\text{ mmol/g}$  to  $5,7732\text{ mmol/g}$ . The performance of the bentonite-MoP catalyst was showed in converting isopropyl alcohol to diisopropyl ether and the conversion yield was measured using GC-MS. The diisopropyl ether product formed was 64.5% when converted with 4 mEq/g bentonite-MoP catalyst.

Keywords: MoP catalyst, isopropyl alcohol dehydration, diisopropyl ether.

## ABSTRAK

### **PILARISASI BENTONIT ALAM DENGAN MOLIBDENUM FOSFIDA UNTUK DEHIDRASI ISOPROPIL ALKOHOL MENJADI DIISOPROPIL ETER**

Kristina Tampubolon: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si dan Nova Yuliasari,  
M.Si

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

Xvi + 85 halaman + 14 gambar + 8 tabel + 8 lampiran

Pembuatan katalis bentonit terpillar molibdenum fosfida telah dilakukan dengan berbagai variasi konsentrasi bentonit-MoP yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan katalis bentonit-MoP pada saat dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dan mengkarakterisasi hasil sintesis terbaik dengan XRD, SEM-EDS, FTIR dan GSA. Pilarisasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan katalitik bentonit menggunakan molibdenum fosfida. Sebelum dipilarisasi bentonit dipreparasi menggunakan NaCl untuk memperoleh Na-bentonit. Penentuan CEC (*Cation Exchange Capacity*) pada bentonit alam dan Na-Bentonit mengalami peningkatan dari bentonit alam sebesar 165,85 mEq/ 100 gram dan Na-Bentonit sebesar 279,15 mEq/ 100 gram, sehingga akan mempermudah proses pilarisasi. Berdasarkan karakterisasi XRD pilarisasi telah berhasil dilakukan, ditunjukkan dengan pergeseran  $2\theta$  dari sudut  $6,02^\circ$  menjadi  $7,22^\circ$ . Hasil SEM-EDS menunjukkan perubahan morfologi dan unsur. Na-Bentonit yang semula memiliki struktur permukaan yang berlapis sedangkan bentonit-MoP pori-pori permukaannya memiliki banyak celah karena sebagian permukaan ditutupi oleh molibdenum dan fosfida ditunjukkan dengan adanya bintik-bintik kecil berbentuk oval. Pilarisasi berhasil dilakukan ditunjukkan dengan peningkatan unsur Mo semula 0% menjadi 5,03% dan unsur P semula 0,24% menjadi 0,80%. Spektra FTIR pada bentonit-MoP ditandai dengan munculnya pita serapan  $925\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi  $\text{MoO}_2$ . Hasil analisis GSA menunjukkan peningkatan luas permukaan pori, awalnya  $52,844\text{ m}^2/\text{g}$  menjadi  $63,69\text{ m}^2/\text{g}$ . Diameter pori semula  $53,76\text{ \AA}$  menjadi  $63,93\text{ \AA}$ . Analisis keasaman dilakukan menggunakan metode gravimetri dengan menghitung jumlah ammonia yang terserap, hasil analisis menunjukkan peningkatan jumlah keasaman total setelah dilakukan pemiliran semula  $1,5755\text{ mmol/g}$  menjadi  $5,7732\text{ mmol/g}$ . Kinerja katalis bentonit-MoP ditunjukkan dalam mengkonversi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dan hasil konversi diukur menggunakan GC-MS. Produk diisopropil eter yang terbentuk sebesar 64,5% saat dikonversi dengan katalis bentonit-MoP 4 mEq/g.

Kata Kunci: Katalis MoP, Dehidrasi isopropil Alkohol, Diisopropil eter.

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Rumusan Masalah .....	3
Tujuan Penelitian.....	3
Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Isopropil Alkohol.....	4
2.2 Bentonit Alam.....	4
2.3 Jenis-Jenis Bentonit .....	6
2.4 Sifat-Sifat Bentonit .....	7
2.5 Katalis .....	7
2.6 Logam Molibdenum .....	8
2.7 Pilarisasi Bentonit .....	9
2.8 Diisopropil Eter.....	10
2.9 Karakterisasi Bentonit Terpillar Molibdenum Fosfida .....	11
2.9.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	11
2.9.2 Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	12

2.9.3 Fourier Transform Infrared (FTIR).....	12
2.9.4 Gas Sorpsion Analyzer (GSA).....	13
2.9.5 Gas Chromatoghrapy-Mass Spectroscopy (GC-MS) .....	14
2.9.6 Analisis Keasaman.....	15
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan .....	16
3.3 Prosedur Penelitian .....	16
3.3.1 Preparasi Na-Bentonit.....	16
3.3.2 Penentuan Cation Exchange Capacity (CEC) .....	17
3.3.3 Pembuatan Bentonit Terpillar Molibdenum Fosfat dengan Variasi $\text{Mo}^{6+}$ .....	17
3.3.4 Reduksi Bentonit- $\text{MoPO}_4$ Menjadi Bentonit-MoP .....	18
3.3.5 Dehidrasi Isopropil Alkohol Menjadi Diisopropil Eter dengan Katalis Molibdenum Fosfida/Bentonit .....	18
3.3.6 Analisis Keasaman.....	19
3.3.7 Karakterisasi Katalis .....	19
3.3.7.1 Analisis Struktur Katalis XRD.....	19
3.3.7.2 Analisis GSA.....	19
3.3.7.3 SEM-EDS.....	19
3.3.7.4 Analisis Katalis Menggunakan FT-IR .....	20
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Nilai Cation Exchange Capacity (CEC) Bentonit Alam dan Na-Bentonit .....	21
4.2 Analisis konversi Isopropil Alkohol Menjadi Diisopropil Eter Menggunakan Katalis Bentonit MoP dengan pengukuran GC-MS .....	22
4.3 Karakterisasi Katalis X-Ray Diffraction (XRD).....	23
4.4 Karakterisasi Katalis Menggunakan SEM-EDS .....	28
4.5 Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit Terpillar	

Molibdenum Fosfida dengan FTIR .....	29
4.6 Karakterisasi katalis Na-Bentonit dan Bentonit-MoP dengan GSA .....	31
4.6 Karakterisasi Analisis Keasaman Pada Na-Bentonit dan Bentonit-MoP .....	32
<b>BAB V.    KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	34
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Bentonit.....	6
Gambar 2. Mekanisme Pilarisasi Bentonit.....	9
Gambar 3. Difraksi Sinar X Pada Bidang Kristal .....	11
Gambar 4. Prinsip Dari SEM .....	12
Gambar 5. Skema Instrument GC-MS.....	15
Gambar 6 . Kromatogram standar isopropil alkohol.....	22
Gambar 7 . Pola fragmentasi standar isopropil alkohol.....	23
Gambar 8 . Kromatogram standar diisopropil eter.....	23
Gambar 9 . Pola fragmentasi (b) standar diisopropil eter .....	23
Gamba 10. Kromatogram Konversi Isopropil Alkohol Dengan Katalis: (a) Na- bentonit, (b) Bentonit-MoP 2 mEq/g, (c) Bentonit-MoP 4 mEq/g, (d) Bentonit-MoP 6 mEq/g, (e) Bentonit-MoP 8 mEq/g dan (f) Bentonit-MoP 10 mEq/g.....	24
Gambar 11. Spektrum XRD: (a) Na-bentonit dan (B) Bentonit-MoP .....	27
Gambar 12. Perbesaran Menggunakan SEM: (a) Na-bentonit Perbesaran 5000 X, dan (b) Bentonit-MoP Perbesaran 5000 X.....	29
Gambar 13. Spektrum FT-IR (a) Na-Bentonit dan (b) Bentonit-MoP.....	20
Gambar 14. Isotherm Adsorpsi-Desorpsi (a).Na-Bentonit dan (b). Bentonit-Mop .....	31

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisika Isopropil Alkohol.....	4
Tabel 2. Nilai CEC dari Bentonit Alam dan Na-bentonit .....	21
Tabel 3. Waktu Retensi dan Persen Area Untuk Masing-Masing Katalis .....	26
Tabel 4. Data Analisis Unsur katalis 4 mEq Menggunakan EDS.....	29
Tabel 5. Daerah Serapan Katalis Na-bentonit.....	30
Tabel 6. Daerah Serapan Katalis Bentonit Terpillar MoP .....	30
Tabel 7. Data Hasil Perhitungan BET.....	32
Tabel 8. Data Keasaman Bentonit Setelah Dipilarisasi .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Penentuan <i>Cation Exchange Capacity</i> (CEC) Menggunakan Kurva Standar .....	39
Lampiran 2. Data Pengukuran GC-MS .....	42
Lampiran 3. Data Karakterisasi XRD .....	73
Lampiran 4. Data Karakterisasi FTIR .....	75
Lampiran 5. Perhitungan Luas Permukaan Spesifik .....	77
Lampiran 6. Perhitungan Diameter Pori .....	80
Lampiran 7. Perhitungan Keasaman Katalis .....	81
Lampiran 8. Lampiran Gambar .....	83



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bahan bakar minyak bumi merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan bahan bakar minyak secara terus-menerus cenderung meningkat selaras dengan pertumbuhan industri dan penduduk, sementara itu cadangan minyak semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui dan dikhawatirkan menimbulkan krisis energi pada masa yang akan datang. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan energi alternatif lain salah satunya diisopropil eter.

Senyawa diisopropil eter akhir-akhir ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar diesel atau biodiesel. Diisopropil eter adalah pelarut yang sangat baik untuk minyak dan lemak bisa digunakan sebagai pelarut bensin karena memiliki bilangan setana yang tinggi. Dalam industri diisopropil eter banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk melakukan reaksi-reaksi organik dalam pemisahan senyawa organik yang terkandung didalamnya. Diisopropil eter dapat diproduksi dengan proses dehidrasi isopropil alkohol (Qi *et al*, 2020).

Diisopropil eter merupakan cairan mudah terbakar yang jernih, tak berwarna serta berbau khas. Secara umum pembuatan diisopropil eter dapat dilakukan dengan dehidrasi golongan alkohol. Metode sintesis diisopropil eter yang sering dipakai terutama didunia industri, yaitu proses dehidrasi isopropil alkohol dengan katalis alumina. Salah satu katalis yang dapat dikembangkan pada saat ini adalah bentonit alam (Widayat *et al*, 2013).

Bentonit merupakan salah satu jenis lempung yang memiliki kandungan mineral smektit dengan kadar 85-95%, bersifat plastis serta sifat koloidal yang tinggi. Bentonit memiliki kemampuan kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu menyerap kation antarlapisnya dalam jumlah besar. (Harun *et al*, 2016). 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 kestabilan yang lebih tinggi (Istinia *dkk*, 2003).

Karakteristik bentonit sebagai katalis memiliki kelemahan yaitu stabilitas termal atau hidrotermal yang rendah dan luas permukaan yang rendah, untuk meningkatkan sifat katalitik pada bentonit maka dilakukan modifikasi struktur bentonit melalui proses pilarisasi. Pilarisasi merupakan proses distribusi logam pada bentonit melalui interkalasi agen pemilar berupa kation hidroksi logam kedalam antar lapis silika pada struktur lempung (Lubis, 2007).

Salah satu unsur transisi yang dapat digunakan untuk pemilaran bentonit adalah molibdenum yang relatif inert, atau sedikit bereaksi dengan larutan asam dan alkali, sedangkan fosfor digunakan sebagai promotor sekunder dalam katalis komersial. Unsur-unsur golongan transisi menunjukkan manfaat yang lebih besar dari unsur golongan utama. Identifikasi modifikasi dari *molibdenum phosphide* telah ditelaah sebagai katalis yang aktif dan stabil. *Molibdenum phosphide* adalah konduktor logam dengan sifat yang mirip dengan senyawa logam yang memiliki struktur kristal yang berbeda Pilarisasi. Bentonit dengan molibdenum fosfida diharapkan dapat memperbesar luas permukaan spesifik, sehingga aktivitas katalitiknya dapat meningkat (Clark and Oyama, 2003).

Penelitian ini ada dua langkah yang dilakukan. Pertama, modifikasi bentonit dengan pilarisasi menggunakan molibdenum fosfida. Kedua, pengaplikasian katalis bentonit terpillar molibdenum fosfida pada proses dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dengan perbandingan variasi berat logam molibdenum pada katalis dan temperatur pada proses dehidrasi lalu dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, GSA, dan SEM-EDS. Untuk menentukan aktivitas katalitik pada proses dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dilakukan analisis menggunakan GC-MS.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bentonit alam memiliki kemampuan mengembang yang baik, memiliki ruang antar lapis ruang dalam lembaran yang dapat diisi oleh molekul-molekul air serta kation-kation lain. Keunggulan yang dimiliki bentonit menjadikan bentonit cocok digunakan sebagai katalis. Namun aktifitas katalitik yang dimiliki bentonit sangat rendah, salah satunya tidak mampu bekerja pada temperatur tinggi, sehingga diperlukan modifikasi untuk meningkatkan kemampuan katalitiknya.

Molibdenum Fosfida menjadi salah satu senyawa yang dapat dipikirkan terhadap bentonit karena memiliki struktur yang stabil dan tahan pada temperatur tinggi. Pengaruh katalis bentonit alam yang telah dipikirkan dengan senyawa molibdenum fosfida dalam dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dengan membandingkan variasi jumlah penambahan senyawa molibdenum fosfida terpilar terhadap bentonit alam pada proses dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter merupakan foKus pada penelitian ini.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pilarisasi bentonit alam dengan molibdenum fosfida dengan beberapa variasi konsentrasi.
2. Mengkarakterisasi Na-bentonit dan bentonit terpilar molibdenum fosfida menggunakan XRD, FTIR, SEM-EDS, GSA dan analisis keasaman.
3. Mengetahui pengaruh aktivitas katalitik katalis bentonit terpilar molibdenum fosfida pada dehidrasi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter dengan variasi berat molibdenum berdasarkan data GC-MS.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu mengaplikasikan katalis bentonit alam yang terpilar senyawa molibdenum fosfida untuk mengkonversi isopropil alkohol menjadi diisopropil eter. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi untuk dilakukan perkembangan lebih lanjut mengenai konversi diisopropil eter. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber bahan bakar alternatif yang dapat digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Anam, C., Sirojudin dan Firdausi, K.S. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi Ftir. *Berkala Fisika*. 10(01), 79-85.
- Arunachalam, P., Shaddad, M. N., Ghanem, M. A., & Al-mayouf, A. (2017). Microwave-Assisted Synthesis of  $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$  Nanospheres for Electrocatalytic Oxidation of Methanol in Alkaline Media. *Catalysist* 3(7): 11-27.
- Bakri, R., Yulizar, Y., & muhtar. 2013. *Pilarisasi Bentonit Menggunakan  $\text{MoO}_3$  dan Aplikasinya pada Degradasi Martius Yellow*.
- Bergaya, F. 1995. The meaning of surface area and porosity measurements of clays and pillared clays. *Journal of Porous Materials*, 2(1), 91–96.
- Boudiaf, H, Z., Boutahala, M., Sahnoun, S., Tiar, C., Gomri, F. 2014. Adsorption Characteristics, Isotherm, Kinetics, and Diffusion of Modified Natural Bentonite for Removing The 2,4,5-Trichlorophenol. *Applied Clay Science*.
- 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.
- Deutschmann, O., OKnözinger, H., Kochloefl, K., & Turek, T. 2009. Heterogeneous Catalysis and Solid Catalysts. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Harun, F. W., Almadani, E. A., & Radzi, S. M. 2016. *Metal Cation Exchanged Montmorillonite K10 ( MMT K10 ): Surface Properties and Catalytic Activity*. 3(3), 90–96.
- Hosseinejad, S., Afacan, A., & Hayes, R. E. 2011. Chemical Engineering Research and Design Catalytic and kinetic study of methanol dehydration to dimethyl ether. *Chemical Engineering Research and Design*, 90(6), 825–833.
- Istina, Y., Wijaya, K., Tahir, I. dan Mudasir. 2003. Pilarisasi dan Karakterisasi Montmorillonit. *Jurnal Sains Dan Materi Indonesia*. 4(3): 1–7.
- 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.
- Koestiari, T. 2017. Perbedaan Karakter Tiga Jenis Bentonit Ditinjau dari Tiga

- Macam Cara Analisis. *Sains Matematika*, 1(2) 57-62.
- Lestari, I. 2015. Efektivitas Bentonit Teraktivasi Sebagai Penurun Kadar Ion Fosfat Dalam Perairan. Skripsi. FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Lubis, S. 2007. Preparasi Bentonit Terpillar Alumina dari Bentonit Alam dan Pemanfaatannya sebagai Katalis pada Reaksi Dehidrasi Etanol, 1-Propanol serta 2-Propanol. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*. 6(2), 1-2.
- Mara, A., Wijaya, K., Trisunaryati, W., Mara, A., Wijaya, K., & Trisunaryati, W. 2016. *Effect of Sulfuric Acid Concentration of Bentonite and Calcination Time of Pillared Bentonite*. 020042.
- 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 Environmental 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.
- Nafsiyah, N., Anis, S dan Intan, S. 2017. Studi Kinetika Dan Isoterm Adsorpsi Fe(III) Pada Bentonit Teraktivasi Asam Sulfat. *JKK* 6(1): 57-63.
- Nagendrappa, G. 2002. Organic Synthesis Using Clay Catalysts Clays For ‘Green Chemistry’. *Resonance*. 7 (2), 64-77.
- 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.
- Ningsih, N. Y dan Yulizar, Y. Modifikasi Bentonit Terpillar Al dengan Polianilin Sebagai Reduktor Ion Cr (VI). *Jurnal Indo Soc. Chemistry*. 6 (2), 1-8.
- Nissak, F dan Munasir. 2013. Analisis Porositas Nanosilika Berbasis Pasir Alam Yang Disintesis Dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. 2(03), 14-18.
- Putra, E. K., Pranowo, R., Sunarsoo, J., Indarswati, N. and Ismadji, S. 2009. Performance of activated Carbon and Bentonite for Adsorption of Amoxicillin from Wastewater: Mechanisms, Isotherms and Kinetics. *Water. Res.* 43: 2419-2425.
- Petrovic, Z. *et al.* 2014. Composition Structure and Textural Characteristics of Domestic Acid Activated Bentonite. *Scientific Papers*. 5(1):133-139.
- Qi, J., Zhu, R., Han, X., Zhao, H., Li, Q and Lei, Z. 2020. Ionic Liquid Extractive Distillation For The Recovery Of Diisopropyl Ether And Isopropanol From Industrial Effluent: Experiment And Simulation. *Journal Of Cleaner Production*. 0959-6526. 1-2.

- Ramli., Jonuarti, R dan Hartono, A. 2017. Analisis Struktur Nano Dari Lapisan Tipiscobalt FerriteYang Dipreparasi Dengan Metode Sputtering. *Exakta*. 18(1), E-ISSN : 2549-7464.
- Rianto, L.B., Amalia, S dan Khalifah, S.S. 2012. Pengaruh Impregnasi Logam Titanium Pada Zeolit Alam Malang Terhadap Luas Permukaan Zeolit. *Alchemi*. 2(1), 58-67.
- Ruslan, Hardi, J. dan Mirzan, M. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Katalis Lempung Terpillar Zirkonia Tersulfasi Sebagai Katalis Perengkah. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sahil, K., Prashant, B., Akanksha, M., Premjeet, S., & Devashish, R. 2011. Gas Chromatography-Mass Spectrometry: Applications. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2(6), 1544–1560.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. 2012. *Karakterisasi Material Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia*.
- Sharma, R., Bisen, D. P., Shukla, U., & Sharma, B. G. 2012. X-ray Diffraction: A Powerful Method of Characterizing Nanomaterials. *Recent Research in Science and Technology*, 4(8), 77–79.
- 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.
- Sisca, V. (2018). Aplikasi Katalis Padat dalam Produksi Biodiesel. *Jurnal Zarah*, 6(1), 30–38. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.294>
- 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. *Indonesial Journal of Applied Physics*. 4(2): 134–135.
- Sudarlin. (2012). Prinsip dan Teknik Penggunaan Gas Sorption Analyzer (GSA). *Prinsip Dan Teknik Penggunaan Gas Sorption Analyzer (GSA)*, 1–9.
- Syuhada, Wijaya, R., Jayatin, & rohman, saeful. 2009. Modifikasi Bentonit (Clay) menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 2(1), 48–51.
- Thoha, M.Y., Sitanggang, Anton F dan Hutahayan, Daniel R S. pengaruh pelarut isopropil alkohol 75% dan etanol 75% terhadap ekstraksi xaponin dari biji teh dengan variable waktu dan temperatur. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(16), 2-3.
- Thommes, M. *et al.* 2015. Physisorptipn 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.
- Ullman. 1987. *Encyclopedia of Industrial Chemistry Vol, A.10, 5th edition*, VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim Federal Republic of Germany.

- West, anthony R. 2014. Solid State Chemistry. In *Solid State Chemistry*.
- Widayat., Roesyadi, A dan Rachimoellah, M. 2010. Pengaruh Waktu Dealuminasi Dan Jenis Sumber Zeolit Alam Terhadap Kinerja H-Zeolit Untuk Proses Dehidrasi Etanol. *Jurnal Reaktor*. 13(1), 51-57.
- 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.
- Yusnani, A. 2008. Konsentrasi Prekursor Logam dan Metode Impregnasi Pada Preparasi NiMo/Zeolit Y Terhadap Karakter Katalis. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Zaitan, h., Daniel, B., Ouafae, A and Tarik, C. 2008. A comparative study of the adsorption and desorption of o-xylene onto bentonite clay and alumina. *Journal of Hazardous Materials*. 153: 852–859.
- Zhu, J., Wen, K., Zhang, P., Wang, Y., Ma, L., Xi, Y., & He, H. (2017). Keggin-Al<sub>30</sub> Pillared Montmorillonite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 242, 256–263.