

**PREPARASI KATALIS BENTONIT YANG TERPILAR KOBALT
FOSFAT UNTUK KONVERSI ETANOL MENJADI DIETIL ETER**

SKRIPSI

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



FITRI YANI

08031181621012

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

HALAMAN PENGESAHAN

PREPARASI KATALIS BENTONIT YANG TERPILAR KOBALT FOSFAT UNTUK KONVERSI ETANOL MENJADI DIETIL ETER

SKRIPSI

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

Oleh :

FITRI YANI

08031181621012

Indralaya, 15 April 2020

Pembimbing I



Dr. Hasanudin, M.Si.
NIP. 197205151997021003

Pembimbing II



Dr. Addy Rachmat, M.Si.
NIP. 197409282000121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Preparasi Katalis Bentonit yang Terpilar Kobalt Fosfat untuk 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 7 April 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 15 April 2020

Ketua :

1. Dr. Hasanudin, M.Si.

NIP. 197205151997021003

Anggota :

2. Dr. Addy Rachmat, M.Si.

NIP. 197409282000121001

3. Dr. Nirwan Syarif, M.Si

NIP. 197010011999031003

4. Drs. H. Dasril Basir, M.Si.

NIP. 195810091986031005

5. Nova Yuliasari, M.Si

NIP. 197307261999032001

Mengabdi,



Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001



Ketua Jurusan Kimia

Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197205151997021003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Fitri Yani
NIM : 08031181621012
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, 15 April 2020

Penulis,



NIM. 08031181621012

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Fitri Yani
NIM : 08031181621012
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 “Preparasi Katalis Bentonit yang Terpilar Kobalt Fosfat untuk 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, 15 April 2020

Yang menyatakan,



Fitri Yani

NIM. 08031181621012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Preparasi Katalis Bentonit yang Terpilar Kobalt Fosfat untuk Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter”. Dalam pembuatan skripsi ini, penulis banyak sekali mendapat bantuan dari berbagai pihak, baik yang terlibat secara langsung maupun pihak-pihak yang mendukung kelancaran dalam pembuatan skripsi ini. Maka dari itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang sangat penulis cintai, sayangi dan kasihi yang telah memberikan dukungan penuh dalam penyelesaian skripsi ini dan yang tak ada lelah-lelah nya dalam mendoakan anaknya, semoga Allah swt. selalu melindungi orang tua penulis (Aamiin).
2. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si dan bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku dosen pembimbing penulis dan juga selaku kajur dan sekjur jurusan kimia FMIPA UNSRI yang telah mau menampung penulis sebagai anak bimbingannya saat si penulis kehilangan arah dan tak tahu harus bagaimana, semoga Allah selalu membalas kebaikan mereka dengan pahala yang berlimpah (Aamiin).
3. Ibu Dra. Fatma, M.S selaku pembimbing akademik penulis, terima kasih banyak bu telah mengarahkan dan memberikan masukan serta saran selama masa perkuliahan kepada penulis, semoga bila ada keinginan Ibu yang belum terwujud segera terwujud (Aamiin).
4. Bapak Drs. H. Dasril Basir, M.Si, Bapak Dr. Nirwan Syarif M.Si dan Ibu Nova Yuliasari, M.Si selaku dosen pembahas penulis, penulis mengucapkan sangat berterima kasih yang bersedia membahas penulis dan membagi ilmu nya, semoga segala urusan dipermudahkan oleh Allah swt. (Aamiin).
5. Seluruh staf dosen kimia FMIPA UNSRI yang telah membimbing dan mengajarkan penulis selama masa perkuliahan, semoga ilmu yang dosen berikan menjadi pahala jariyah nantinya (Aamiin).

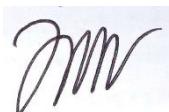
6. Seluruh staf analis kimia FMIPA UNSRI yang telah membantu penulis selama masa penelitian, semoga selalu dilancarkan pekerjaannya (Aamiin).
7. Clay's team kloter I'16 (qod, puji, nenii dan penulis) selaku team penelitian, team kp bareng dan team kos griya yang telah mau bekerja sama dengan penulis dan melewati suka duka bersama, semoga setiap langkah kita dalam kebaikan selalu diberkahi Allah (Aamiin).
8. Teeeeeettttt's team (sebenarnya penulis juga bingung ini mau kasih nama apa) yang terdiri dari (1) kharimah tafawulan : terima kasih banyak kar telah menjadi alarm bagi penulis selama dikelas dari awal semester 1 sampe menjelang akhir namun maaf untuk semester akhirnya si penulis ga perlu alarm lagi, (2) luvita andarini W.R. : terima kasih telah menjadi manusia rempong namun peduli dengan orang terdekat, tetapla berbuat baik dengan sesama, (3) lepa husnia : terima kasih telah menjadi teman PP penulis dari awal sampai akhir dan mau mendengarkan curhatan penulis selama diperjalanan walau hanya di iya-iyain aja (⊗) belajarlah mengungkapkan apa yang kamu mau karna orang lain belum tentu mengerti keadaan kita, (4) husnaini aprianti : terima kasih telah menjadi temen yang mau berjuang menyelesaikan skripsi ini bersama, (5) puji kartika aprianti : terima kasih telah menjadi temen dewasa yang mengagatkan penulis dan teman yang lain saat keadaan sedang tidak baik, dan (6) penti triani putri : terima kasih telah mengingatkan dalam kebaikan kepada penulis. Penulis mengucapkan beribu banyak terima kasih kepada Teeeeeettttt's team yang telah membantu dan menemani penulis dari awal perkuliahan sampai akhir, semoga kita selalu bermanfaat untuk semua (Aamiin).
9. Mbak Novi dan ka Iin selaku admin jurusan kimia terima kasih telah membantu keperluan-keperluan administrasi selama masa perkuliahan, semoga diberikan kebahagiaan dan kedamaian dalam hidup (Aamiin).
10. Teman-teman kimia 16 terima kasih telah saling membantu nya selama masa perkuliahan, semoga yang kita impikan dapat terkabulkan (Aamiin).
11. Teman-teman online penulis (terkhusus rizky & omdik) terima kasih telah mau direpotkan penulis selama masa pengetikan skripsi, semoga kita bisa bertemu entah dimana dan sebagai apa nantinya (Aamiin).

12. Arena of Valor terima kasih telah menjadi game favorit penulis dan menjadi sarana bagi penulis menemukan orang-orang baik yang menjadi teman mabar penulis dikala penulis ingin bermain game, semoga ada event-event yang berhadiah pulsa lagi (Aamiin).
13. Antoe_66 terima kasih telah mengembangkan emosional penulis dan menjadi teman dekat penulis sampai saat ini, semoga apa yang kita semogakan tersemogakan (Aamiin).
14. Semua orang yang terlibat langsung maupun tidak langsung terima kasih untuk segala jenis bantuan dan dukungannya terhadap penulis, semoga kebaikan nya dibalas berlipat ganda oleh Allah swt. (Aamiin).

Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahannya, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, April 2020

Penulis



Fitri Yani

ABSTRAK

PREPARASI KATALIS BENTONIT YANG TERPILAR KOBALT FOSFAT UNTUK KONVERSI ETANOL MENJADI DIETIL ETER

Fitri Yani

Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si dan Dr. Addy Rachmat, M.Si
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xvi + 70 Halaman + 16 Gambar + 9 Tabel + 8 Lampiran

Bentonit terpilar Co/P telah berhasil dipreparasi dengan variasi jumlah pemilar. Katalis ini diaplikasikan untuk konversi etanol menjadi dietil eter. Bentonit terpilar Co/P dibuat dengan variasi rasio Co/P terhadap bentonit 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g lalu dikarakterisasi dengan XRD, SEM-EDS, FTIR, GSA dan analisis keasaman dengan metode gravimetri. Hasil XRD menunjukkan bentonit yang terpilar Co/P memiliki puncak yang luas dan tidak tajam menandakan bahwa bentonit terpilar Co/P mempunyai sifat amorf yang tinggi. Morfologi bentonit terpilar Co/P memiliki pori yang banyak celah ditunjukkan pada gambar SEM dan terjadi peningkatan untuk unsur P dan Co berdasarkan data EDS yang didapat. Adanya puncak pada bilangan gelombang 3180 cm^{-1} dan 1064 cm^{-1} yang merupakan ciri khas untuk gugus $-\text{HPO}_4$ dan vibrasi streching P=O dari PO_4^{3-} berdasarkan hasil spektra FTIR untuk katalis bentonit terpilar Co/P. Hasil analisis dengan GSA menunjukkan bahwa terjadi peningkatan luas permukaan setelah proses pilarisasi menjadi $90,1975\text{ m}^2/\text{g}$, diameter pori menjadi $76,0554\text{ \AA}$ dan volume pori menjadi $0,1715\text{ cm}^3/\text{g}$. Keasaman katalis menunjukkan peningkatan nilai total keasaman 2,3971 mmol/g untuk Na-Bentonit menjadi 2,3971 mmol/g, 3,5487 mmol/g, 4,8999 mmol/g, 4,3334 mmol/g 5,3220, mmol/g dan 6,0290 mmol/g untuk masing-masing variasi katalis 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g bentonit terpilar Co/P. Hasil dehidrasi etanol dengan katalis yang telah dipreparasi menunjukkan bahwa katalis 10mEq/g bentonit terpilar Co/P memiliki kinerja katalitik yang paling baik berdasarkan data GC-MS didapatkan persen area untuk dietil eter dan etanol sisa sebesar 64,89% dan 30,75% .

Kata Kunci : Bentonit terpilar Co/P, dehidrasi etanol, dietil eter

ABSTRACT

PREPARATION OF COBALT PHOSPHATE PILLARED BENTONITE CATALYST FOR ETHANOL CONVERSION TO DIETHYL ETER

Fitri Yani

Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si and Dr. Addy Rachmat, M.Si.

Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xvi + 70 pages + 16 pictures + 9 tables + 8 attachments

Co/P pillared bentonite was successfully prepared by varying amount of pillarizing agents. The catalyst was applied for the conversion of ethanol to diethyl ether. Co/P pillared bentonite was made with variation of Co/P ratio to bentonite 2, 4, 6, 8 and 10 mEq / g then characterized by XRD, SEM-EDS, FTIR, GSA and acidity analysis using gravimetric method. The XRD results show that the Co/P pillared bentonite has broad and non-sharp peaks indicating that the pillared Co/P pillar has high amorphous properties. The morphology of Co/P pillared bentonite confirmed pores formation as shown in SEM images and an increase in P and Co elements based on EDS data. The peaks at the wavenumbers 3180 cm^{-1} and 1064 cm^{-1} which are characteristic for the $-\text{HPO}_4$ group and the P=O stretching vibrations of PO_4^{3-} based on FTIR spectra for the Co/P pillared bentonite catalyst. The results of the analysis with GSA showed that an increase in surface area after the polarization process became $90.1975\text{ m}^2/\text{g}$, the pore diameter became 76.0554 \AA and the pore volume became $0.1715\text{ cm}^3/\text{g}$. The acidity of the catalyst showed an increase in the total acidity value of 2.3971 mmol/g for Na-Bentonite to 2.3971 mmol/g, 3.5487 mmol/g, 4.8999 mmol/g, 4.3334 mmol/g, 5.3220 mmol/g and 6.0290 mmol/g for each variation of catalysts 2, 4, 6, 8 and 10 mEq/g Co/P pillared bentonite. The results of ethanol dehydration using prepared catalysts showed that the catalyst 10 mEq/g Co/P pillared bentonite had the best catalytic activity based on GC-MS percent area for diethyl ether and residual ethanol was 64.89% and 30.75%.

Keywords: Co/P pillared bentonite, ethanol dehydration, diethyl ether.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN DEPAN | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH..... | iv |
| HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| ABSTRAK | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| LAMPIRAN..... | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Dietil eter..... | 5 |
| 2.2 Dehidrasi Etanol..... | 5 |
| 2.3 Bentonit Alam | 6 |
| 2.3.1 jenis-jenis bentonit | 7 |
| 2.4 Katalis | 8 |
| 2.5 Logam Kobalt..... | 9 |
| 2.5.1 Kobalt Fosfat..... | 9 |
| 2.6 Pilarisasi Bentonit | 9 |
| 2.7 Karakterisasi Bentonit Terpilar Kobalt Fosfat | 11 |
| 2.7.1 X-Ray Diffraction (XRD) | 11 |
| 2.7.2 Scanning Electron Microscopy (SEM) | 12 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7.3 Spektrometer Fourier Transform Infrared (FTIR) | 13 |
| 2.7.4 Gas Sorption Analyzer (GSA)..... | 15 |
| 2.7.4.1. Isotherm Adsorption | 16 |
| 2.7.5 Analysis Keasaman | 18 |
| 2.7.6 Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)..... | 19 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 20 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 20 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 20 |
| 3.2.1 Alat..... | |
| 3.2.2 Bahan | 20 |
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 20 |
| 3.3.1 Preparasi Na-Bentonit | 20 |
| 3.3.2 Penentuan Cation Exchange Capacity (CEC) | 21 |
| 3.3.3 Pemilaran Bentonit dengan Kobalt Fosfat | 21 |
| 3.3.4 Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter dengan Katalis Kobalt-Fosfat/Bentonit..... | 21 |
| 3.3.6 Karakterisasi Katalis | 22 |
| 3.3.6.1 Analisis Struktur Katalis | 22 |
| 3.3.6.2 SEM-EDS..... | 22 |
| 3.3.6.3 Analisis Katalis Menggunakan FT-IR | 23 |
| 3.3.6.4 Penentuan Luas Permukaan, Porositas dan Volume Pori | 23 |
| 3.3.6.5 Analisis Keasaman | 23 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1 Hasil Penentuan Nilai Cation Exchange Capacity(CEC)..... | 24 |
| 4.2. Analisis Keasaman..... | 24 |
| 4.3 Karakterisasi Katalis dengan XRD | 25 |
| 4.4 Karakterisasi Katalis dengan SEM-EDS..... | 26 |
| 4.5 Karakterisasi Katalis dengan FTIR | 27 |
| 4.6 Karakterisasi Katalis dengan GSA..... | 29 |
| 4.7 Hasil Konversi Etanol Menjadi Dietil Eter dengan GC-MS | 30 |
| BAB V..... | 35 |
| 5.1 Kesimpulan | 35 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 5.2 saran | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |

DAFTAR GAMBAR

halaman

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Struktur bentonit..... | 7 |
| Gambar 2. Mekanisme pilarisasi bentonit..... | 11 |
| Gambar 3. Difraksi sinar X pada bidang Kristal..... | 12 |
| Gambar 4. Prinsip dari SEM-EDS | 13 |
| Gambar 5. Tipe-tipe kurva <i>isotherm</i> adsorpsi..... | 16 |
| Gambar 6. Tipe-tipe <i>hysteresis loop</i> | 17 |
| Gambar 7. Skema instrumen GC-MS | 19 |
| Gambar 8. Mekanisme reaktor batch | 22 |
| Gambar 9. Difaktogram katalis Na-Bentonit dan Bentonit terpilar Co/P | 25 |
| Gambar 10. SEM (a) Na-Bentonit (b) Bentonit terpilar Co/P | 27 |
| Gambar 11. Spektra FTIR Na-Bentonit dan Bentonit terpilar Co/P | 28 |
| Gambar 12. Isotherm adsorpsi-desorpsi (a) Na-Bentonit (b) Bentonit terpilar Co/P | 29 |
| Gambar 13. Kromatogram (a) etanol (b) dietil eter | 30 |
| Gambar 14. Mekanisme reaksi dehidrasi etanol | 30 |
| Gambar 15.Kromatogram (a) Katalis Na-Bentonit (b) Katalis 2 meq Bentonit terpilar Co/P (c) Katalis 4 meq Bentonit terpilar Co/P (d) Katalis 6 meq Bentonit terpilar Co/P (e) Katalis 8 meq Bentonit terpilar Co/P (f) Katalis 10 meq Bentonit terpilar Co/P | 32 |
| Gambar 16. Spektra massa hasil konversi etanol menggunakan katalis..... | 33 |

DAFTAR TABEL

Halaman

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Sifat fisika-kimia dietil eter..... | 5 |
| Tabel 2. Pita Adsorpsi Infra Merah | 14 |
| Tabel 3. Nilai CEC dari Bentonit alam dan Na-Bentonit..... | 24 |
| Tabel 4. Keasaman Na-Bentonit dan Bentonit terpilar Co/P | 25 |
| Tabel 5. Data analisis unsur menggunakan EDS | 27 |
| Tabel 6. Daerah Serapan Katalis Na-Bentonit | 27 |
| Tabel 7. Daerah Serapan Katalis Bentonit Terpilar Co/P | 28 |
| Tabel 8. Data Hasil BET | 29 |
| Tabel 9. Waktu retensi dan persen area untuk kromatogram (a), (b), (c), (d), (e) dan (f) | 34 |

LAMPIRAN

halaman

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Penentuan <i>Cation Exchange Capasity</i> (CEC) dengan Menggunakan Metode Adisi Standar..... | 41 |
| Lampiran 2. Perhitungan Keasaman Katalis | 45 |
| Lampiran 3. Data Karakterisasi XRD | 47 |
| Lampiran 4. Data Karakterisasi SEM-EDS | 49 |
| Lampiran 3. Data Gas Sorption Analyzer | 51 |
| Lampiran 5. Perhitungan Luas Permukaan Spesifik dan Diameter Pori..... | 53 |
| Lampiran 7. Data Pengukuran GC-MS | 56 |
| Lampiran 8. Lampiran Gambar..... | 67 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar pada saat ini semakin meningkat, hal ini seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan kemajuan teknologi. Persediaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi semakin menipis, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan sumber energi alternatif yang terbarukan dan bersifat ramah lingkungan. Dietil eter dapat dijadikan sebagai campuran untuk bahan bakar mesin diesel karena memiliki angka cetana yang tinggi, titik nyala yang rendah dan juga bersifat terbarukan dimana bahan baku produksi dietil eter berupa etanol (Widayat *et al.*, 2012). Dietil eter adalah senyawa organik termasuk eter yang paling sederhana, senyawa yang tidak berwarna, dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar. Dietil eter dapat disintesis dari sumber daya alam seperti gas alam, batubara, biomassa atau limbah organik lainnya melalui gasifikasi atau konversi kimia untuk menghasilkan bahan bakar sintetis (McKone *et al.*, 2015).

Menurut Seager and Michael (2010) dietil eter atau eter komersial lainnya dapat diproduksi dalam skala industri melalui proses dehidrasi alkohol primer dengan menggunakan katalis homogen berupa asam sulfat pada temperatur 140°C. Penggunaan katalis homogen untuk dehidrasi etanol menjadi dietil eter memiliki kelemahan yaitu pemisahan katalis masih sulit dan katalis bersifat korosif. Katalis yang bersifat korosif membutuhkan investasi dalam peralatan cukup mahal (Sisca, 2018). Salah satu upaya untuk mengatasi kelemahan katalis ini adalah dengan mengembangkan penggunaan katalis heterogen. Kelebihan penggunaan katalis heterogen diantaranya memiliki korosifitas yang rendah, relatif lebih murah dan mudah dipisahkan dari campurannya. Beberapa katalis yang telah digunakan untuk konversi etanol menjadi dietil eter diantaranya Cr-Co/ γ -Al₂O (Reza, 2017), H-ZSM-5 (De Wispelaere *et al.*, 2018), *natural zeolite of Malang* (KZ A 10), *natural zeolite of Gunung Kidul* (KZ B 15) dan alumina (Widayat *et al.*, 2013) dan lain-lain.

Penelitian yang dilakukan Widayat *et al.* (2013) pada dehidrasi etanol dengan proses katalitik menggunakan katalis *solid-acid* berupa KZ A 10, KZ B 15, alumina dan HZSM-5. Hasil etanol terkonversi yang didapatkan masing-masing sebesar 4,68%, 5,34%, 11,59% dan 56,44%. Sedangkan untuk yield DEE yang didapat untuk masing-masing katalis sebesar 1,78%, 0,14%, 2,41% dan 0%. Reza (2017) dalam penelitiannya menggunakan katalis *solid-acid* berupa Cr-Co/ γ -Al₂O₃, pada impregnasi 2:1 dan menghasilkan yield DEE sebesar 1,32%. Dehidrasi etanol melalui proses katalitik menggunakan katalis heterogen mulai banyak dikembangkan pada saat ini (Widayat *et al.*, 2013). Salah satu katalis heterogen yang mudah ditemukan adalah bentonit alam.

Bentonit alam merupakan salah satu sumber daya mineral yang keberadaannya sangat berlimpah di Indonesia dan tersebar luas di beberapa lokasi yaitu di pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. Mineral bentonit memiliki sifat-sifat seperti mempunyai kapasitas penukar kation yang tinggi sehingga mampu menyerap kation antar lapisnya dalam jumlah besar, pengembang yang baik, luas area permukaan yang besar dan porositas yang tinggi. Bentonit mempunyai kemampuan untuk *swelling*, memiliki ruang antar lapis (*interlayer*) atau memiliki pori lebih besar dan strukturnya fleksibel, ruang dalam lembaran bentonit dapat mengembang dan diisi oleh molekul-molekul air dan kation-kation lain (Harun *et al.*, 2016). Sifat-sifat bentonit tersebut menjadikan bentonit cocok digunakan sebagai katalis. Salah satu sisi aktif katalitik dari bentonit adalah sifat keasaman dari bentonit (Nugrahaningtyas dkk, 2016). Karakteristik bentonit alam sebagai katalis memiliki kelemahan yaitu tidak tahan pada temperatur yang tinggi karena adanya kandungan unsur-unsur alkali (Sopiarini dan Taba, 2015). Untuk meningkatkan kinerja aktivitas katalitik pada bentonit alam maka diperlukan modifikasi struktur bentonit melalui proses pilarisasi.

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). Pemilaran dengan penambahan logam akan memperbesar pori material karena interkalan akan mendorong lapisan atau membuka ruang antar lapis untuk mengembang. Proses pemilaran ini dapat mengakibatkan pori-pori bentonit semakin besar, antar lapisnya

pun relatif menjadi stabil daripada sebelum dipilarkan. Umumnya bentonit dipilarkan dengan berbagai senyawa organik, senyawa kompleks dan oksida-oksida logam yang diinterkalasikan ke dalam antar lapisnya (Zhu *et al.*, 2017). Oksida logam yang terpilar bentonit dapat berasal dari unsur golongan utama maupun unsur golongan transisi. Unsur-unsur dari golongan transisi memiliki variasi bilangan oksidasi yang mengindikasikan unsur golongan transisi lebih bermanfaat dari unsur golongan utama (Bakri dkk, 2013). Salah satu unsur transisi yang dapat digunakan untuk pemilaran bentonit adalah kobalt. Kobalt memiliki bilangan oksidasi +2 dan +3 dan dapat membentuk senyawa kompleks dengan unsur lain. Selain itu, kobalt juga mempunyai kemampuan membentuk anion dengan stabilitas kimia, mekanis dan termal yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis karena tahan terhadap temperatur tinggi.

Bertella *and* Pergher (2015) telah melakukan penelitian pilarisasi bentonit dengan logam Al/Co, penelitian ini menunjukkan bahwa rasio kobalt yang dapat dicampurkan untuk pilarisasi bentonit sebesar 10% dan 25% karena berdasarkan analisis NMR rasio intensitas sinyal $\text{Al}^{\text{VI}}/\text{Al}^{\text{IV}}$ menurun, dimana Al^{VI} akan diganti dengan Co^{VI} sehingga terjadi proses pilarisasi bentonit dengan campuran Al/Co. Kobalt dapat membentuk kompleks dengan fosfat menghasilkan senyawa kobalt fosfat. Kobalt fosfat merupakan senyawa anorganik, kobalt fosfat mempunyai sifat yang baik dalam kestabilan struktural terutama dalam lingkungan yang oksidatif melebihi oksida, dan mempunyai struktur yang fleksibel karena adanya gugus fosfat di dalam kristal (Kim *et al.*, 2015). Salah satu penggunaannya adalah sebagai katalis pada proses *oxygen evolving-complex*. Ai *et al.* (2015) memodifikasi kobalt fosfat dengan TiO_2 sebagai katalis untuk proses *solar water splitting*. Zhao *et al.* (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan kobalt fosfat sebagai katalis untuk proses reaksi reduksi oksigen. Belum banyak literatur yang membahas katalis bentonit alam dipilarkan dengan senyawa kobalt fosfat. Penelitian ini difokuskan pada pembuatan katalis yang dipilarkan dengan senyawa kobalt fosfat dimana akan dibandingkan aktivitas katalitik bentonit dengan variasi jumlah penambahan senyawa kobalt fosfat dan pengaplikasiannya untuk mengkonversi pembuatan dietil eter dari proses dehidrasi etanol.

1.2. Rumusan Masalah

Keberadaan bentonit di Indonesia sangat berlimpah, bentonit mempunyai kemampuan untuk *swelling*, memiliki ruang antar lapis, ruang dalam lembaran bentonit dapat mengembang dan diisi oleh molekul-molekul air dan kation-kation lain. Kelimpahan dan keunggulan bentonit tersebut menjadikan bentonit cocok digunakan sebagai katalis. Namun, karakteristik bentonit alam sebagai katalis memiliki kelemahan yaitu tidak tahan pada temperatur yang tinggi, maka diperlukan modifikasi struktur bentonit untuk meningkatkan kinerja katalitiknya. Kobalt fosfat menjadi salah satu senyawa yang dapat dipilarkan terhadap bentonit karena tahan terhadap temperatur tinggi dan memiliki struktur yang stabil. Pengaruh katalis bentonit alam yang terpilar dengan senyawa kobalt fosfat untuk dehidrasi etanol menjadi dietil eter dengan membandingkan variasi jumlah penambahan senyawa kobalt fosfat yang dipilarkan terhadap bentonit alam untuk proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter merupakan fokus pada penelitian ini.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan pilarisasi bentonit alam dengan kobalt fosfat pada berbagai variasi rasio konsentrasi.
2. Mengkarakterisasi bentonit alam yang terpilar kobalt fosfat yang dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, SEM-EDS, FTIR, GSA, dan analisis keasaman.
3. Mengetahui pengaruh kinerja katalitik dari variasi jumlah penambahan kobalt fosfat yang dipilarkan terhadap bentonit alam pada proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu mengaplikasikan katalis bentonit alam yang terpilar senyawa kobalt fosfat untuk mengkonversi etanol menjadi dietil eter, sehingga dapat menjadi informasi untuk dilakukan perkembangan lebih lanjut mengenai konversi dietil eter yang kelak diharapkan dietil eter ini dapat menjadi salah satu sumber untuk campuran bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan serta diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai jenis katalis heterogen yang dapat digunakan untuk proses dehidrasi etanol menjadi dietil eter.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, G., Mo, R., Li, H., & Zhong, J. (2015). Cobalt Phosphate Modified TiO₂ Nanowire Arrays as Co-Catalyst for Solar Water Splitting. *Nanoscale*, 7(15), 6722–6728. <https://doi.org/10.1039/C5NR00863H>
- Arunachalam, P., Shaddad, M. N., Ghanem, M. A., & Al-mayouf, A. (2017). Microwave-Assisted Synthesis of Co₃(PO₄)₂ Nanospheres for Electrocatalytic Oxidation of Methanol in Alkaline Media. *Catalyst*, 3(7). <https://doi.org/10.3390/catal7040119>
- Arvidson, B. (1993). *Ethyl Ether*. Columbia: DHHS.
- Aspi, Malino, M. B., & Lapanporo, B. P. (2013). Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin. I(2), 92–96.
- Bakri, R., Yulizar, Y., & muhtar. (2013). *Pilarisasi Bentonit Menggunakan MoO₃ 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. <https://doi.org/10.1007/BF00486575>
- Bertella, F., & Pergher, S. B. C. (2015). Pillaring of Bentonite Clay with Al and Co. *Microporous and Mesoporous Materials*, 201, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.09.013>
- De Wispelaere, K., Martínez-Espín, J. S., Hoffmann, M. J., Svelle, S., Olsbye, U., & Bligaard, T. (2018). Understanding Zeolite-Catalyzed Benzene Methylation Reactions by Methanol and Dimethyl Ether at Operating Conditions from First Principle Microkinetic Modeling and Experiments. *Catalysis Today*, 312(November 2017), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.02.042>
- Dębek, R., Ribeiro, M. F. G., Fernandes, A., & Motak, M. (2015). Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether Over Modified Vermiculites. *Comptes Rendus Chimie*, 18(11), 1211–1222. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2015.05.003>
- Deutschmann, O., OKnözinger, H., Kochloefl, K., & Turek, T. (2009). Heterogeneous Catalysis and Solid Catalysts. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Retrieved from <http://doi.wiley.com/10.1002/14356007>
- Efiyanti, L., & Santi, D. (2016). Pengaruh Katalis NiO Dan NiOMoO terhadap Perengkahan Minyak Cangkang Biji Jambu Mete. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 189–197. <https://doi.org/10.20886/jphh.2016.34.3.189-197>
- Faulina F, A. (2012). *Preparasi dan Karakterisasi CaO/Al³⁺-Bentonit sebagai Katalis pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L)*. universitas airlangga.
- Gunawan, B., & Azhari, C. D. (2010). Karakterisasi Spektrofotometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG). *Issn*, 1–17.

- 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.
- Hosseininejad, 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. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2011.10.007>
- Johanson, P. (2008). *Cobalt*. New York: Rosen Central.
- Kamsuwan, T., Praserthdam, P., & Jongsomjit, B. (2017). Diethyl Ether Production during Catalytic Dehydration of Ethanol over Ru- and Pt-modified H-beta Zeolite Catalysts. *Journal of Oleo Science*, 66(2), 199–207. <https://doi.org/10.5650/jos.ess16108>
- Kim, H., Park, J., Park, I., Jin, K., Jerng, S. E., Kim, S. H., ... Kang, K. (2015). Coordination Tuning of Cobalt Phosphates Towards Efficient Water Oxidation Catalyst. *Nature Communications*, 6, 1–11. <https://doi.org/10.1038/ncomms9253>
- Krisnandi, Y. K., Sihombing, R., & M, O. S. (2013). *Bentonit Alam Tapanuli Dinterkalasi Surfaktan Kationik Benziltrimetilammonium Klorida (BTMA-Cl) sebagai Adsorben P-Klorofenol dan Fenol*. 1–12.
- Kristianingrum, S. 2010. Handout Spektroskopi Infra Merah. Yogyakarta : UNY.
- 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. <https://doi.org/10.1063/1.4945496>
- McKone, T., Rice, D., Ginn, T., Bastani, M., Levy, A., Lenhart, A., ... Boudreaux, R. (2015). *Dimethyl Ether Multimedia Evaluation* (University California). <https://doi.org/Doi 10.1080/03610737908257207>
- Meçabih, Z. (2016). Characterization of Pillared Clay by SEM-EDX. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 3(6), 5107–5109.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi, & 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), 313–317. <https://doi.org/10.7763/jocet.2013.v1.71>
- Nugrahaningtyas, K. D., Widjonarko, D. M., Daryani, & Haryanti, Y. (2016). Kajian Aktivasi H₂SO₄ Terhadap Proses Pemilaran Al₂O₃ Pada Lempung Alam Pacitan. *Jurnal Penelitian Kimia*, 12(2), 190–204. <https://doi.org/10.20961/alchemy.v12i2.708>
- Rahman, A., Arryanto, Y., Juwono, A. L., & Roseno, S. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Organolempung dari Bentonit Indonesia. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 42–47. <https://doi.org/10.3112/SPEED.V4I2.917>
- Reza, M. A. D. (2017). *Pembuatan Dietil Eter dengan Katalis Berbasis γ-Al₂O₃ Dipromote dengan Logam Cr dan Co dalam Reaktor Fixed Bed*. Institut

Teknologi Sepuluh Maret.

- Ruslan, Hardi, J., & Mirzan, M. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Katalis Lempung Terpilar Zirkonia Tersulfatas Sebagai Katalis Perengkah. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 325–334.
- 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.
- Sangwichien, C., Aranovich, G. L., & Donohue, M. D. (2002). Density Functional Theory Predictions of Adsorption Isotherms with Hysteresis Loops. *Colloids and Surfaces*, 206(1), 313–320.
- Seager, S. L., & Michael R. Slabaugh. (2010). *Chemistry for Today: General, Organic, and Biochemistry*. Washington: Cengage Learning.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). *Karakterisasi Material Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI PRESS.
- 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. Retrieved from <http://recent-science.com/>
- Sisca, V. (2018). Aplikasi Katalis Padat dalam Produksi Biodiesel. *Jurnal Zarah*, 6(1), 30–38. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.294>
- Sopiarini, P., & Taba, P. (2015). Preparation and Characterization Ni-Mo / Montmorillonite as A Catalyst in Cracking Process. *Ind. J. Chem. Res*, 3, 254–258.
- Sudarlin. (2012). *Prinsip dan Teknik Penggunaan Gas Sorption Analyzer (GSA)*. Malang: UIN MALIKI PRESS.
- Supeno, M., & Siburian, R. (2018). Role of TiO₂ Pillared Bentonite-Co Catalyst Ni to Convert Glucose Hydrogenation to be Sorbitol. *Journal of Physics: Conference Series*, 1116(4), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1116/4/042038>
- Syuhada, Wijaya, R., Jayatin, & rohman, saeful. (2009). Modifikasi Bentonit (Clay) menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 2(1), 48–51.
- Trisunaryanti, W. (2018). *Material Katalis dan Karakternya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- West, anthony R. (2014). Solid State Chemistry. In *Solid State Chemistry*. <https://doi.org/10.1201/b12047>
- Widayat, Roesyadi, A., & Rachimoellah, M. (2012). Kinetika Reaksi pada Proses Produksi Dietil Eter dari Etanol dengan Katalis H-Zeolit. *Reaktor*, 14(2), 101–108. <https://doi.org/10.14710/reaktor.14.2.101-108>

- Widayat, Roesyadi, A., & 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., & Nurahmi, E. (2002). Studi Kestabilan Termal dan Asam Lempung Bentonit Karna. *Indonesian Journal of Chemistry*, 2(1), 22–29.
- Yusnani, A. (2008). *Konsentrasi Prekursor Logam dan Metode Impregnasi pada Preparasi NiMo/Zeolit Y terhadap Karakter Katalis*. Universitas Sebelas Maret.
- Zaimahwati, Z., Yuniaty, Y., Jalal, R., Zhafiri, S., & Yetri, Y. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bentonit Alam Menjadi Nanopartikel Monmorillonit. *Jurnal Katalisator*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.22216/jk.v3i1.2729>
- Zhan, Y., Yang, S., Lu, M., Liu, Z., & Lee, J. Y. (2017). The Development of Cobalt Phosphate for Bifunctional Oxygen Electrocatalysis in Alkaline Solution. *Electrochimica Acta*, 227, 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.01.042>
- Zhao, Z., Zhang, J., Yuan, Y., Lv, H., Tian, Y., Wu, D., & Li, Q. (2013). In-Situ Formation of Cobalt-Phosphate Oxygen-Evolving Complex-Anchored Reduced Graphene Oxide Nanosheets for Oxygen Reduction Reaction. *Scientific Report*, 3, 1–6. <https://doi.org/10.1038/srep02263>
- Zhu, J., Wen, K., Zhang, P., Wang, Y., Ma, L., Xi, Y., ... He, H. (2017). Keggin-Al₁₃O Pillared Montmorillonite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 242, 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2017.01.039>