

**DEHIDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER DENGAN
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT KOBALT FOSFAT**

SKRIPSI

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



Oleh :

RAHMAWATI

08031381823049

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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**DEHIDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER DENGAN
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT KOBALT FOSFAT**

SKRIPSI

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

Disusun oleh :
Rahmawati
08031381820349

Indralaya, 28 Juni 2022

Pembimbing I



Dr. Hasanudin, M.Si
NIP. 197207021999032001

Pembimbing II



Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si
NIP. 197211092000032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter Dengan Menggunakan Katalis Zeolit Kobalt Fosfat” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 22 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 28 Juni 2022

Ketua:

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

NIP. 197207021999032001

()

Anggota:

1. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si**

NIP. 197211092000032001

()

2. **Dr. Zainal Fanani, M.Si**

NIP. 197304031999032001

()

3. **Prof. Dr. Muharni, M.Si**

NIP. 196903041994122001

()

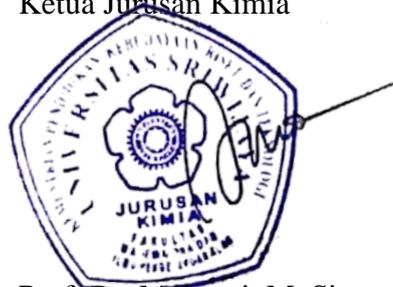
Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M. Si
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rahmawati

NIM : 08031381823049

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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 28 Juni 2022

Penulis



Rahmawati

NIM. 08031381823049

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rahmawati
NIM : 08031381823049
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter Dengan Menggunakan Katalis Zeolit Kobalt Fosfat”. Dengan hak bebas *royalty non-eksklusive* ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/formatkan, 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 28 Juni 2022



Rahmawati
08031381823049

SUMMARY

DEHYDRATION ISOPROPANOL TO DIISOPROPYL ETHER BY USING THE ZEOLITE COBALT PHOSPHATE CATALYST

Rahmawati : Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si and Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si

Departement Of Chemistry, Faculty Of Math and Science, Sriwijaya University v +
60 pages, 9 picture, 3 table, 10 Appediences

The use of alternative fuels is still developing and being researched. One of the alternative fuels is diisopropyl ether which has a high cetane number so that it is good for use as a fuel. Diisopropyl ether can be obtained through the dehydration process of isopropanol. Zeolite has a hollow structure so that it can increase the surface area and has a high ion exchange capacity. Zeolite surface area can occur after the zeolite is activated.

In this study, the conversion of isopropanol to diisopropyl ether was carried out using a cobalt phosphate zeolite as a catalyst. The research begins with activation zeolite was carried out by treating HF 1% and HCl 6 N. Metal modification was carried out by comparing the concentrations of 2,4,6,8,10 mEq/1 g zeolite with $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M. Then the catalyst with the best composition was tested for characterization using XRD, SEM-EDS and FT-IR. Zeolite cobalt phosphate catalyst 8 mEq/1 g zeolite is the catalyst with the best composition with the conversion results and the selectivity, namely 66.19% and 46.72% with the resulting yield of 34.99%. This is supported by the acidity analysis which states that the 8 mEq/1 g zeolite cobalt phosphate catalyst has the highest total acidity, which is 1.827 mmol/g. The XRD and SEM-EDS tests showed that the zeolite crystals had been modified by cobalt phosphate metal seen from the presence of 2 theta peak and the results of the compound content in EDS, namely at a diffraction angle of 61.2° with elements containing Co compounds of 2.23% on a zeolite-CoO catalyst and 67.3° with elements containing Co of 1.61% and phosphate of 9.23% on a zeolite- $\text{Co}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ catalyst. In the FT-IR characteristics, the Bronsted acid were detected in the wave number of 1641.42 cm^{-1} and Lewis acid groups detected of 1436.97 cm^{-1} .

Keyword : Dehydration, Diisopropyl ether, Isopropanol, catalyst, Zeolite, Cobalt Phosphate, impregnation.

Citation : 57 (2009-2020)

RINGKASAN

DEHIDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER DENGAN MENGUNAKAN KATALIS ZEOLIT KOBALT

Rahmawati: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si dan Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya v + 60 halaman, 9 gambar, 3 tabel dan 10 lampiran.

Penggunaan bahan bakar alternatif masih terus berkembang dan diteliti. salah satu bahan bakar alternatif adalah diisopropil eter yang memiliki angka setana yang tinggi sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan bakar. Diisopropil eter dapat diperoleh melalui proses dehidrasi isopropanol. Zeolit digunakan karena memiliki struktur berongga sehingga dapat menambah luas permukaan dan memiliki kapasitas tukar ion yang tinggi. Luas permukaan zeolit dapat terjadi setelah zeolit diaktifkan.

Pada penelitian ini, konversi isopropanol menjadi diisopropil eter dilakukan dengan menggunakan katalis zeolit kobalt fosfat. Penelitian ini diawali dengan aktivasi zeolit dilakukan dengan perlakuan HF 1% dan HCL 6 N. Modifikasi logam dilakukan dengan membandingkan konsentrasi 2,4,6,8,10 mEq/1 g zeolit menggunakan larutan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,1 M. Katalis dengan komposisi terbaik diuji karakterisasinya menggunakan XRD, SEM-EDS dan FT-IR. Katalis zeolit kobalt fosfat 8 mEq/1 g zeolit merupakan katalis dengan komposisi terbaik dilihat dari GC-MS hasil konversi dan selektivitas yaitu 66,19% dan 46,72% dengan rendemen yang dihasilkan 34,99%. Hal ini didukung oleh analisis keasaman yang menyatakan bahwa katalis zeolit kobalt fosfat 8 mEq/1 g memiliki total keasaman tertinggi, yaitu 1,827 mmol/g. Pengujian XRD dan SEM-EDS menunjukkan bahwa kristal zeolit telah dimodifikasi oleh logam kobalt fosfat dilihat dari adanya puncak 2 theta dan hasil kandungan senyawa dalam EDS yaitu pada sudut difraksi $61,2^\circ$ dengan unsur yang mengandung senyawa Co sebesar 2,23% pada katalis zeolit-CoO dan $67,3^\circ$ dengan unsur yang mengandung Co sebesar 1,61% dan fosfat sebesar 9,23% pada katalis zeolit- $\text{Co}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Pada karakteristik FT-IR, gugus asam Bronsted terdeteksi pada rentang bilangan gelombang $1641,42 \text{ cm}^{-1}$ dan gugus asam lewis pada $1436,97 \text{ cm}^{-1}$.

Kata Kunci : Dehidrasi, Isopropanol, Diisopropil Eter, Katalis, Zeolit, Kobalt Fosfat, Impregnasi.

Sitasi : 54 (2009-2020)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.

“Dia berkata : Aku hanya mengadakan kesusahan dan kesedihanku kepada Allah, dan aku mengetahui dari Allah apa yang tidak kamu ketahui”.

(Q.S. 12:86)

“Dan ketahuilah, sesungguhnya kemenangan itu beriringan dengan kesabaran. Jalan keluar beriringan dengan kesukaran. Dan sesudah kesulitan pasti akan datang kemudahan”.

(HR. Tirmidzi)

“Aku ikhlas dengan apapun yang telah terjadi hari kemarin. Saat ini aku menikmati hasil dari satu proses yang hebat. Bahkan untuk masa-masa yang akan datang, aku telah mempersiapkan niat dan hatiku dengan lapang dan berserah untuk apapun yang akan terjadi. Karena aku percaya , bahwa Allah SWT. tidak akan menakdirkan sesuatu kecuali ada kebaikan didalamnya”.

Skripsi ini sebagai salah satu rasa syukur kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan kasih sayangNya dalam hidup sehingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik dan penuh dengan keyakinan hati.

Dan kupersembahkan juga kepada:

1. Alm. Ayahku Aripin, SE., dan mamaku Sastri Erwana yang telah memberikan segalanya bagi rahma. Terima kasih untuk selalu ada dan menjadi motivasi disaat rahma hampir menyerah.
2. Saudari-saudariku Nia Kartika AW Am.Keb, Erlin Hasanah, Am.d dan adikku Listia Nurhayati serta saudara iparku Hendra Kurniawan, SH dan Agil Dida Arya S.Pdi yang berbeda-beda kepribadian, terima kasih yang tanpa kalian sadari telah memberiku banyak hal.
3. Pembimbing dan Teman-temanku
4. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan *Bismillahirrahmanirrahim* dan rasa puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter Dengan Menggunakan Katalis Zeolit Kobalt Fosfat”. Penulis menyadari bahwa karya manusia tak luput dari ketidaksempurnaan, keterbatasan, kekurangan serta rintangan dalam penyelesaian proses penyusunan. Namun, atas kesabaran dan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswi yang sedang mengemban tugas akhir serta adanya bantuan dan dorongan semangat oleh orang-orang baik, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga sangat mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Hasanudin, M.Si** dan Ibu **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, semangat, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan bantuan dalam penulisan skripsi ini
5. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama masa studi
6. Bapak Dr. Zainal Fanani, M.Si dan Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana
7. Selaku Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah
8. Mbak Novi dan Kak Cosiin selaku Admin Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses kelengkapan administrasi atau syarat yang diperlukan.

9. Mamaku dan Alm. ayahku yang rahma sayangi Sastri Erwana dan Aripin, SE yang telah memberikan segalanya untuk rahma, doa kalian adalah kunci utama dari keberhasilan yang sudah dicapai sejauh ini. Terima kasih telah mencintai dan menyayangi rahma dengan tulus, mendidik dan menjadikan rahma wanita yang kuat dan mandiri. Terima kasih telah sabar menghadapi sifat kekanak-kanakan dan keegoisannya rahma. Terima kasih mama untuk lelah dan kuatnya setelah kepergiaan ayah. Izinkan kini peran itu rahma ambil alih. Untuk ayah, rahma selalu merindukan ayah, terimakasih karena sudah mempercayakan segalanya pada rahma. Ayah benar rahma adalah anak yang kuat, jika tidak Allah tidak akan menakdirkan semuanya terjadi. Terimakasih sudah jadi orang tua yang hebat. I love you ma, yah.
10. Kepada saudariku yang MasyaAllah cantiknya, Nia Kartika AW Am.Keb, Erlin Hasanah, Am.d dan adikku Listia Nurhayati serta saudara iparku Hendra Kurniawan, SH., dan Agil Dida Arya S. Pd. Yang telah berperan besar dalam proses ini, menemani dan memberikan motivasi kepada saya serta mengajarkan tentang bagaimana untuk terus berproses dan bertahan hidup. Tanpa kalian sadari perlakuan dan kalimat-kalimat yang terlihat biasa saja adalah kalimat yang sangat berharga dan menyentuh hati saya. Aku sayang kalian, terimakasih sudah menjadi saudari yang hebat dan sempurna untuk saya.
11. Pangeran kecilku, Yusuf Abdurrahman si kecil yang MasyaAllah aktifnya. Tingkahnya yang memberi semangat baru, cerita baru dan yang selalu aku rindukan. Bertemu dengannya adalah salah satu obat yang bisa menghilangkan penatku disaat keadaan memaksaku untuk tetap tersenyum. Sehat selalu ya bayiku kecil. Sarange yusuf.
12. Jeniva *my roommate* yang mood nya gonta-ganti, terimakasih sudah menjadi partner, sahabat dan keluarga untuk saya. Terimakasih kamu mendengarkan keluhan saya, tangis saya, tawa saya bahkan lontaran canda yang bahkan saya tidak mengerti tapi kamu tetap tertawa. Terimakasih sudah memberikan warna baru di masa perkuliahan saya. Terimakasih sudah menjadi partner liburan, penelitian, main dan menikmati waktu sore keliling unsri serta menghabiskan uang bareng wkwk. Setelah ini, waktu kita sama-sama sangat terbatas ya, sedih sekali. Mari bertemu lagi, duduk disuatu tempat yang indah dan

bercerita tentang bagaimana hebatnya dunia berinteraksi dengan alur takdir kita. Kita akan bertemu sebagai wanita hebat yang membanggakan orang tua dan diri kita sendiri. Bekerjalah lalu menikah dengan orang yang mencintai dan menerima kamu dengan tulus, dan lepaskan mereka yang membuat kamu terluka karena saat kamu menangis lagi aku sudah tidak berada disamping kamu buat memeluk, mendengarkan dan memarahi kamu. Jaga dirimu baik-baik ya. Akhir-akhir ini kamu sudah semakin dewasa, jadi aku percaya dengan jalan proses yang akan kamu tempuh nanti, kamu pasti bisa melewatinya. Jeniva yang kuat, bertumbuhlah walaupun tanpa aku. Senang kenal denganmu, maaf ya dan terimakasih.

13. Lola si cantik yang baik hati. Terimakasih untuk kesabaran dalam menghadapiku. Terimakasih telah bertahan selama ini menjadi sahabat baikku. Awal semester tiga kita jadi dekat, berbagi banyak hal. Kita masak sop ayam dikosan ku, besoknya aku sakit tenggorakkan wkwk. Banyak sekali cerita yang kita ukir, keliling unsri, duduk didanau lalu berfoto mengabadikan momen saat itu. Masih ingat kamu ke rumahku? Kita jualan dan keliling P.T saat itu wkwk rindu sekali. Waktu sangat cepat berlalu ya, kini saatnya berpisah. Kita akan bertemu lagi kan? Jangan lupakan aku ya. Mari bertemu sebagai dua wanita karir yang hebat. Terimakasih ya beb, sungguh maaf untuk segalanya. Aku senang kenal denganmu.
14. Kak qodria yang telah menemani dan memberikan banyak bantuan selama proses penelitian ini, menjadi kakak, sahabat dan senior yang bisa diandalkan, memberikan tumpangan dan sekaligus sebagai tameng yang kokoh, semangat selalu dan sampai bertemu lagi ya kak. Kangen..
15. Olong squad my boy Sandra, Abiza dan Van, terimakasih sudah hadir dalam hidup saya. Tanpa kalian sadari, aku mendapatkan banyak hal dari kalian. Kalian memberikan semangat baru, kalian ada disaat aku membutuhkan kalian, dan kalian memberikan motivasi dengan cara kalian yang berbeda namun istimewa. Walaupun kalian ngeselin, tapi kalian tetap jadi orang pertama yang aku cari disaat aku butuh bantuan. Main sama kalian benar-benar sampai lupa waktu, bolak-balik Palembang layo, tapi stress bebannya hilang beneran loh wkwk. Waktu kita yang selalu bertabrakan, jarang ketemu tapi tetap akrab sungguh menakjubkan. Seakan-akan kita telah mengenal

dalam waktu yang sangat lama. Yok liburan bareng wkwk kapan lagi kan? Terimakasih ya, maaf juga selalu ngerepotin kalian. Semangat sampai gelar sarjana ya brader. Sampai bertemu di wisata destinasi berikutnya. Aku sayang kalian

16. Tesa sepupuku, menjadi tempat cerita yang baik, menjadi orang yang memberikan tawa kepada saya disaat waktu-waktu yang sulit. Semangat selalu ya, karena kita memahami satu sama lain perjuangan dari kecil. Aku ingin mengucapkan terimakasih karena menganggapku orang yang special.
17. Dinda Ulandari, ciptaan tuhan yang indah, yang ia kirimkan utukku sedari aku kecil. Terimakasih sudah menjadi sahabatku untuk waktu yang sangat lama. Terimakasih untuk tidak mendengarkan perkataan orang lain tentang aku, mendengarkan segala inginku dan melakukan yang terbaik yang kamu bisa. Walaupun kadang sering ngambek hehe maaf ya untuk segala keegoisanku. Egois ku Cuma buat kamu kok. Semangat bentar lagi S.Si, kerja dulu baru nikah ya. Love you
18. Kak Wan, terimakasih sudah banyak membantu selama penelitian ini. Terimakasih sudah meluangkan waktu untuk belajar bareng. Berbagi pendapat tentang banyak hal. Salah paham kemarin udah selesai ya hehe maaf ya kak. Semangat selalu kak, nanti ketemu lagi dimasa depan dengan label orang yang sukses.
19. Balkiss si tomboy yang cuek. Terimakasih sudah menjadi teman mainku. Kenal kamu dari awal semester tiga, bukankah ini berlalu sangat cepat. Kamu sudah S.Si ya, cepat sekali waktu perpisahan. Terimakasih menemaniku PP layo-palembang. Gabut berdua, cuma beli minum doang habis itu pulang. Balkiss, nanti kita ketemu lagi ya. Di masa depan nanti, mari bertemu dan bercerita tentang kehidupan dengan alur yang hebat walau tanpa aku didalam ceritanya. Sedih deh kalo dipikirin. Kiss, kamu bilang kita akan bertemu dengan label “orang sukses” kan, jadi ayo kita berjuang demi label itu. Nanti pas ketemu kamu harus janji ya, kalo kamu baik-baik saja. Overthinking nya dikurangin ya. See you nanti ya kiss.
20. Raisha (icaaa), terimakasih ya udah jadi teman yang baik, kapan-kapan kita tidur bareng lagi wkwk aku siap kok jadi kameramen kamu sama jee lagi.

Semangat selalu ya icaa, ayo bisa. Kabar in pas udah mau S.Si ya ca. senang bisa kenal sama icaa. Sampai ketemu lagi ca.

21. Kak Dev yang baik, terimakasih sudah mau aku repotkan kapanpun itu. Baik banget mau bantu aku walau sudah sangat larut malam. Terimakasih sudah mendengarkan cerita-cerita anehku, sudah hadir dihari-hari spesialku. Terimakasih sudah menjadi partner organisasi ku. Semangat ya bentar lagi S.Si. Perpisahan itu nyata ya kak hehe senang bisa kenal sama kak dev, nanti jangan lupain aku ya. Sampai bertemu diwaktu istimewa lainnya kak dev.
22. Aini (aikk), aii terimakasih banyak untuk support yang selalu kamu kasih ke aku. Terimakasih sudah jadi partner organisasiku yang hebat. Terimakasih untuk menjadikan aku teman kamu dari salah satu banyaknya orang-orang baik disekeliling kamu. Mengenalmu adalah hal indah yang aku rasakan di masa perkuliahan ini. Selamat untuk gelar S.Si nya aii. Sehat selalu ya ai, sampai bertemu lagi ai.
23. Mita Arnela, terimakasih sudah menjadi partner ku yang baik. Terimakasih untuk menerima aku apa adanya. Terimakasih sudah jadi partner KP ku, membantu banyak hal dan mau mendengarkan ceritaku. Setelah ini, mari tetap berhubungan, jangan lupa main kerumah ya hihi. Sukses selalu ya mit.
24. Teman-teman kesayangan aku Atika, Yenizah, Okta, Resna dan Kadek. Terimakasih untuk motivasi dan semangat yang tanpa sadar kalian berikan padaku. Walaupun kita jarang ketemu, tapi berinteraksi dengan kalian sungguh nyaman. Kalian tidak hanya sahabat tapi juga keluarga bagi saya. Terimakasih ya, dan maaf juga hehe. Emm Jadi kapan liburan? Wkwk
25. Sico, tiara, restri, dayah si geng yang kocak. Terimakasih untuk waktunya, bantuan dan semangat walapun kecil dari kalian sangat berarti bagi saya. Setelah ini, kita bakalan jarang ketemu ya. Terimakasih karena menjadikan ku teman kalian tanpa memandang siapa saya. Senang bertemu dan kenal dengan kalian. Sampai berjumpa di chapter dengan alur cerita lainnya. Semangat ya bentar lagi S.Si. sayang kalian.
26. Ade dan arif. Terimakasih untuk hal-hal kecil yang kalian lakukan untuk saya. Hal kecil itu adalah hal yang besar bagiku. Terimakasih untuk selalu menyempatkan hadir di hari-hari spesialku. Terimakasih untuk bantuannya.

Senang kenal dengan kalian berdua. Sukses selalu yaa, sampai bertemu lagi kalian.

27. Suteja si pak bupati pada masanya. Terimakasih sudah jadi partner organisasi yang baik, serta partner lainnya hehe. Terimakasih juga untuk berusaha memberikan yang terbaik di waktu-waktu tertentu. Sukses selalu ya jak dan senang bisa bertemu dan kenal dengan kamu. Semangat sampai S.Si jak.
28. Kak erna, kak Nadya dan kak sarah, terimakasih untuk banyak hal. Kalian seperti kakak sendiri bagiku wkwk sudah lama sekali tidak bertemu dengan kak ena dan kak nad, kalian tetap semangat ya, nanti kita ketemu lagi. Kak sarah juga selamat atas gelar S.Si, senang akhirnya tercapai juga yaa. Aku sayang kalian
29. Warga kosan H.Upen, ibu kos, tia, merlin, kak adel, mba dian, kak ratu, kak ayu, nisa, mba sifa, terimakasih sudah banyak membantu selama perkuliahan, jadi tempat pelarian saat printer aku rusak, pinjem motor, makan dan cerita ditemat ibu dan hal-hal kecil lainnya. Senang bisa kenal dengan kalian, sukses selalu ya. Sampai jumpa lagi kalian.
30. Warga kosan Yon Ogan, bapak, ibu, kak andi, adek kia, aak risky, Akbar, amel, kak anggung dan kalian semua. Terimakasih yang tanpa kalian sadari sudah memberi semangat untuk saya. Semangat terus untuk kalian. Sampai bertemu lagi di wisata destinasi yang berbeda.
31. Anak bungsu bapak, Mutiara, selvi, dhea, andin, azriel dan afgan, yang baik hati, terimakasih untuk waktunya. Semangat kalian penelitiannya. Semua akan baik-baik saja, dengarkan dengan baik nasihat dari bapak. Jika kalian butuh bantuan, bilang ya. See you nanti kalian.
32. Lidia F, terimakasih sudah jadi adik yang baik. Terimakasih sudah membantu selama proses praktikum kemaren wkwk sehat-sehat ya, semangat juga tahun akhirnya, semoga lancar sampai S.Si. see you
33. Untuk diksuh Eka, terimakasih untuk semuanya. Semangat kuliahnya sampai gelar S.Si ya. Maaf ya kakak ga banyak bantu dan ga bisa jadi kakak yang baik buat kamu. Sehat-sehat terus ya. See you nanti cantik.
34. Teman-teman satu laboraturium Kimia Fisika, terimakasih untuk bantuannya selama ini, sukses selalu buat kalian.

35. Ayuk Niar, ayuk Nur dan ayuk Yanti, selaku staff analis Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya, terimakasih telah banyak membantu dan mempermudah proses penelitian ini.
36. Kepada rekan-rekan seperjuanganku lainnya baik teman seangkatan maupun kakak/adik tingkat di kampus yang tidak bisa disebutkan satu persatu di jurusan Kimia Universitas Sriwijaya. Terimakasih telah memberikan dorongan, semangat dan motivasi serta bantuan selama masa studi.
37. Kepada diriku sendiri, terimakasih sudah bertahan sejauh ini melewati proses pendewasaan yang sangat hebat. Sejauh ini kamu sudah melakukan yang terbaik dan rasanya bangga sekali. Perjuangan dan perjalanan kamu masih Panjang!! Chapter ini mungkin telah usai, tapi chapter baru akan terbuka. Percayalah kamu pasti bisa melewatinya. Luruskan niatmu dan lapangkan dadamu, berusahalah sehebat kamu, sisanya serahkan pada Allah SWT. Segala hal yang telah ditakdirkan adalah kebaikan untuk kamu, jangan menyesal namun belajarlal dari pengalaman itu karena setiap manusia mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Awali selalu dengan bismillah dan akhiri dengan alhamdulillah. semangat ya diriku, kamu masih punya orang-orang terkasih yang harus dibahagiakan. Jangan lupa liburan, lalu menikah dengan dia yang baik agamanya dan tentu saja mencintai kamu. I love you diriku!!!

Semoga jasa-jasa dan kebaikan bapak, ibu, saudara dan sahabat-sahabatku tersebut di atas bisa menjadi perhitungan untuk menambah amal dan pahala yang di terima Allah SWT. Akhirnya dengan kerendahan hati, penulis meminta maaf apabila dalam penulisan ini terdapat kekhilafan dan kata yang menyinggung hati. Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Tuhan melindungi dan memberkati kita semua.

Indralaya, 28 juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
SUMMARY	vi
RINGKASAN	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Dehidrasi Isopropanol	4
2.2. Diisopropil Eter	4
2.3. Kobalt Fosfat	5
2.4. Katalis	6
2.5. Zeolit Alam	6
2.5.1. Preperasi Katalis Zeolit	8
2.5.2. Aktivasi Zeolit	9
2.6. Gas <i>Cromatography-Mass Spectroscopy</i> (GC-MS)	9
2.7. Karakteristik Zeolit	
2.7.1. Analisa Keasaman.....	10
2.7.2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	10

2.7.3. Scanning Electron Microscopy (SEM)	11
2.7.4. Fourier Transformasi Infrared (FTIR)	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1. Waktu dan Tempat	15
3.2. Alat dan Bahan	15
3.2.1. Alat	15
3.2.2. Bahan	15
3.3. Prosedur Penelitian
3.3.1. Preparasi Sampel Zeolit	15
3.3.2. Aktivasi Zeolit Alam Dengan Perlakuan HF dan HCL	15
3.3.3. Proses Modifikasi Katalis Zeolit Alam Menjadi Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan Zeolit-CoO Dengan Penambahan Larutan CoCl ₂ .6H ₂ O 0,1 M dan NH ₄ H ₂ PO ₄ 1 M	16
3.3.4. Proses Dehidrasi Isopropanol Menggunakan Katalis Zeolit dan Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂	16
3.3.5. Karakterisasi Zeolit Termodifikasi Kobalt Fosfat (Co(H ₂ PO ₄) ₂).....	17
3.3.5.1. Karakterisasi Struktur Kristal Katalis Zeolit dan Katalis Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ Terbaik menggunakan XRD	17
3.3.5.2. Analisa Keasaman Katalis Zeolit dan Katalis Zeolit Co(H ₂ PO ₄) ₂ Terbaik menggunakan Piridin.....	18
3.3.5.3. Analisa SEM-EDS untuk Karakterisasi Bentuk Permukaan Katalis Zeolit dan Katalis Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ Terbaik	18
3.3.5.4. Analisa Katalis menggunakan FT-IR.....	18
3.3.5.5. Analisa Data.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Preparasi dan Aktivasi Zeolit Alam	18
4.2. modifikasi Zeolit Alam Dengan Logam Kobalt Fosfat.....	18
4.3. dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter menggunakan katalis zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan uji GC-MS untuk menentukan katalis terbaik	20
4.4. Karakterisasi Zeolit- Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan zeolit-CoO	25
4.4.1. Analisis keasaman katalis Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan zeolit-CoO.....	25
4.4.2. karakterisasi struktur kristal Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan zeolit-Co menggunakan XRD.....	26
4.4.3. Karakterisasi Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan H-Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ serta Zeolit-CoO menggunakan FT-IR.....	27
4.4.4. Karakterisasi katalis zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂ dan Zeolit-CoO menggunakan SEM-EDS	29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	31
5.2. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	

GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Skema GC-SM	11
Gambar 2 Skema XRD	11
Gambar 3 Proses Modifikasi Katalis Zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂	19
Gambar 4 Hasil Standar GC-MS Isopropanol dan Diisopropil Eter 50:50.....	20
Gambar 5 Kromatogram GC-MS Hasil Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter dengan Katalis Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂) dan Zeolit-Co.....	22
Gambar 6 Perbandingan m/z pada senyawa IPA sampel dengan <i>Library</i> IPA.....	23
Gambar 7 Perbandingan m/z pada senyawa DIPE sampel dengan <i>Library</i> DIPE	23
Gambar 8 Difraktogram XRD Katalis Zeolit-Co dan Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂)	26
Gambar 9 Difraktogram Hasil FT-IR.....	27
Gambar 10 Hasil Spektrum Inframerah zeolit-Co(H ₂ PO ₄) dan H-zeolit-Co(H ₂ PO ₄) ₂	29
Gambar 11 Hasil SEM Katalis Zeolit teraktivasi, Zeolit-Co dan Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂).....	30

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Waktu retensi Konversi Isopropanol menjadi Diisopropil Eter dengan Katalis Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂).....	24
Tabel 2.	Total Mol Situs Asam Katalis Zeolit-Co dan Katalis Zeolit-Co ₂ (H ₂ PO ₄) ₂	25
Tabel 3.	Hasil EDS Zeolit teraktivasi, Zeolit-Co dan Katalis Zeolit-Co ₂ (H ₂ PO ₄) ₂	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 kromatogram gc-ms hasil dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter menggunakan katalis zeolit-co(h ₂ po ₄) ₂ pada 2,4,6,8,10 meq	39
Lampiran 2 Perhitungan Konversi.....	46
Lampiran 3 Perhitungan Selektivitas.....	48
Lampiran 4 Perhitungan Yield.....	50
Lampiran 5 Hasil XRD Zeoli-Co dan Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂).....	52
Lampiran 6 Karakterisasi Analisis Keasaman.....	53
Lampiran 7 Kromatogram karakterisasi FT-IR	54
Lampiran 8 Hasil Karakterisasi SEM-EDS Zeolit-(Co(H ₂ PO ₄) ₂).....	56
Lampiran 9 Hasil Karakterisasi SEM-EDS Zeolit -Co.....	56
Lampiran 10 Hasil Karakterisasi SEM-EDS Zeolit Teraktivasi.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diisopropil eter (DIPE) berupa larutan bersifat non polar yang tak berwarna yang dapat diperoleh dari reaksi dehidrasi isopropanol yang melibatkan ekstraksi alkohol dengan air (Shawaqfeh, 2010). Katalis asam biasanya digunakan pada proses konversi alkohol menjadi eter yang dilakukan secara sistem heterogen (Rianto dkk, 2013). Penggunaan katalis heterogen memiliki kelebihan seperti memiliki korosifitas yang rendah, lebih muda didapatkan karena memiliki harga yang murah serta memiliki sifat yang muda memisahkan campuran. Penggunaan katalis pada proses konversi isopropanol dapat mengoptimalkan sintesis diisopropil eter. Beberapa katalis yang biasanya dipergunakan dalam reaksi ini yaitu zeolit (Zhang and Yu, 2013), heteropolyacid, bentonit, alumina (Krutpijit and Jongsomjit, 2016), Zirkonia, titania (Phung and Busca, 2015). Zeolit Salah satu katalis yang banyak dipergunakan pada reaksi dehidrasi (Bahri, 2016).

Sifat-sifat zeolit menjadikan zeolit cocok digunakan sebagai katalis (Nugrahaningtyas dkk, 2016). Zeolit memiliki sifat-sifat seperti memiliki kerangka dengan pori-pori sehingga dapat memperluas permukaan zeolit menjadi lebih besar dan mempunyai kapasitas penukar kation dengan jumlah yang besar menyebabkan terjadi penyerapan kation dengan kapasitas yang besar (Harun *et al.*, 2016). Zeolit yang akan digunakan sebagai katalis harus dilakukan aktivasi terlebih dahulu (Harjanti, 2008). Zeolit alam dilakukan proses pengasaman sehingga terjadi pengaktifasian zeolit sehingga dapat membuang pengotor anorganik yang menutupi pori-pori kerangka zeolit. Sifat fisik kimia dari katalis zeolit dapat pula ditingkatkan dengan proses impregnasi zeolit yaitu diimpregnasi ligan transisi ke dalam pori zeolit. Proses modifikasi zeolit ini bertujuan dapat meningkatkan sifat fisik kimia seperti luas dari permukaan pori, volume dari total pori, situs asam total serta jari-jari pori (Nugrahaningtyas dkk, 2016).

Impregnasi zeolit yang terjadi akibat dari proses penyisipan logam transisi akan memperbesar pori material sehingga lapisannya pun relatif menjadi stabil daripada sebelum dimodifikasi (Zhu *et al.*, 2017). Sedangkan Niaei dkk., Menemukan jika impregnasi zeolit dengan ligan golongan transisi dapat

memperlihatkan sifat sebagai activator katalitiknya dalam proses dehidrasi senyawa organik *volatile* (Adriati dkk, 2013). Senyawa-senyawa pada logam transisi terdapat bilangan oksidasi yang bervariasi menandakan bahwa ligan golongan transisi memiliki kelebihan daripada ligan golongan utama (Bakri dkk, 2013). Kobalt (Co) merupakan ligan transisi yang biasanya dipergunakan untuk proses impregnasi kerangka zeolit, dimana kobalt merupakan asam lewis. Ligan Co mengandung biloks +2 dan +3 yang bisa beraksi dengan senyawa lain membentuk senyawa kompleks. Ligan *cobalt* memiliki termal yang tahan terhadap *temperature* tinggi dan cocok dipergunakan sebagai katalis. Zeolit yang telah dimodifikasi ligan Co memiliki permukaan yang lebih besar apabila terjadi diiringi dengan reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Ligan *cobalt* bisa bereaksi dengan fosfat membentuk kompleks menjadi kobalt fosfat (Kim *et al.*, 2015). Penggunaan senyawa kompleks kobalt fosfat yaitu berperan menjadi katalis pada reduksi oksigen (Zhao *et al.*, 2013) serta kobalt fosfat dapat dimodifikasi oleh katalis TiO₂ pada *process* pemisahan solar (Ai *et al*, 2015).

Penelitian terfokuskan pada modifikasi katalis zeolit yang telah dilakukan penyisipan ligan *cobalt phosphate* yang divariasikan konsentrasinya untuk melihat aktivitas katalis zeolit dan mengaplikasikannya pada proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter serta melakukan karakterisasi struktur zeolit yang dimodifikasi kobalt fosfat. Karakterisasi katalis zeolit dilakukan dengan menganalisis puncak kristalinitas zeolit yang telah dimodifikasi logam kobalt fosfat menggunakan XRD, melihat morfologi kerangka zeolit dengan SEM, serta melihat perubahan bentuk spektrum gugus fungsi menggunakan FTIR (Fatimah dan Budi,2017).

1.2. Rumusan Masalah

Proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter yang menggunakan katalis zeolit kobalt fosfat menjadi acuan permasalahan yang ada dari penelitian ini, yaitu melihat bagaimana aktivitas dari katalis zeolit kobalt fosfat pada variasi konsentrasi penambahan kobalt fosfat dalam reaksi dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter ini serta mengamati sifat dan karakteristik zeolit yang telah termodifikasi kobalt fosfat.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Preparasi dan Modifikasi zeolit alam melakukan impregnasi dengan variasi konsentrasi logam kobalt fosfat pada katalis zeolit.
2. Karakterisasi sifat fisik dan kimia katalis Zeolit-(H₂PO₄)₂ dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM-EDS), TIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*).
3. Menentukan pengaruh penambahan kobalt fosfat pada katalis zeolit alam dalam konversi Isopropanol menjadi diisopropil eter.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa mengaplikasikan katalis zeolit dalam proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter, sehingga dapat memberikan informasi lebih lanjut tentang bagaimana proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter terbentuk untuk dilakukan perkembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriati, M., Suseno, A., dan Taslimah, T. 2013. Modifikasi Zeolit Alam Menggunakan Besi (Fe) dan Kobalt (Co) untuk Katalis Degradasi Fenol. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*. 16(1): 1-5.
- Ai, G., Mo, R., Li, H., dan Zhong, J. 2015. Cobalt Phosphate Modified TiO₂ Nanowire Arrays as Co-Catalyst for Solar Water Splitting. *Nanoscale*. 7(15): 6722–6728.
- Alfaruqi, Hilmy. M. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Klorida (HCl) dan Temperatur Perlakuan Hidrotermal Terhadap Kristanilitas Material Mesopori Silika SBA-15*. Tugas Akhir Departemen Teknik Metalurgi: Universitas Indonesia.
- Arjek, O. C. H., dan IS, F. 2017. Modifikasi Zeolit Dengan Tembaga (Cu) dan Uji Sifat Katalitiknya Pada Reaksi Esterifikasi. *Indonesian Journal Of Chemical Research*. 3(1-2): 20-27.
- Bahri, H. M. 2016. *Meningkatkan Kemampuan Katalis Zeolit Alam Pengujian SEM-EDX Mokh*. Yogyakarta : Prosiding Seminar Nasional XI “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi”, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.
- Bakri, R., Yulizar, Y., dan muhtar. 2013. *Polarisasi Bentonit Menggunakan MoO₃ dan Aplikasinya pada Degradasi Martius Yellow*.
- Bekkum, H.V., Jansen, J.C., dan Flasingen, E.M. 1991. Studies in Surface, Science and Catalysis Introduction to Zeolit Science and Practice. *Elsevier*: 153-191.
- Bell, R.G. 2001. "What are Zeolites?" <http://www.bza.org/zeolites.html>. Tanggal 25 Juni 2016.
- Chami, F., Dermeche, L., Saadi, A., and Rabia, C. 2013. Propan-2-ol conversion to diisopropyl ether over (NH₄)_xYPMo12O₄₀ salts with X = Sn, Sb, and Bi. The effect of salt preparation pH. *Appl Petrochem Res*. 3(1):35–45.
- Dewi, M. T. I., dan Hidajati, N. (2012). Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan Adsorben Bentonit Teraktivasi. *UNESA Journal of Chemistry*. 1(2): 50.
- Dewi, T., Mahdi, dan Novriyansyah, T. 2016. Pengaruh Rasio Reaktan pada Impregnasi dan Suhu Reduksi Terhadap Karakter Katalis Kobalt/Zeorlit Alam Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(3): 34–42.
- Donaldson, J. D. and Beyersmann, D. (2012), "Cobalt and Cobalt Compounds", Vol. 9, dalam Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, hal. 429–465.

- Erlangga, B. D., Mulyadi, D. dan Cahyarini, S. Y. 2016. Petrographic and X-Ray Diffraction Analysis for Non Destructive Calcite Detection of Porites Fossil. *Ris. Geo. Tam.* 26(1): 15–21.
- Estiaty, L. M. 2015. Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit-TiO₂ dari Zeolit Alam Termodifikasi. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara.* 11(3): 181-190.
- Fa'izzah, M. dan Kristian H. S. *Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Konalt (II) dengan Ligan 1,10- Fenantrolin dan Senyawa Anion Trifluorometanasulfonat.* Jurusan Pendidikan Kimia : Universitas Negeri Yogyakarta.
- faisal dkk, 2015. Zeolit Alam Termodifikasi Logam Fe Sebagai Adsorben Fosfat (PO₄³⁺) Pada Air Limbah. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi.* 18(3): 91-95.
- Fatimah, N. F. dan Budi , U. 2017. Sintesis dan Analisis Spektra IR, Difraktogram XRD, SEM pada Material Katalis Berbahan Ni/zeolit Alam Teraktivasi dengan Metode Impregnasi. *Journal Cis-Trans (JC-T).* 1(1): 35-39.
- Figueras, F. 1988. Pillared Clays as Catalyst. *Catalysis Letters.* 30 (3): 457-499.
- Handhoyo, R., Prijatama H., Sofiyah S., Nurlela I., Yusianita N., Amelia R dan Komala R. 2005. Peningkatan Rasio Si/Al Zeolit Alam Mordenit Sebagai Bahan Dasar Zeolit Katalis. *Jurnal Indonesia.* 4(1): 1.
- Harjanti, R. S. 2008. Pemanfaatan zeolit alam klinoptilolite sebagai katlisator dalam alkoholisis minyak jarak. *Jurnal Rekayasa Proses.* 2(1): 28-32. *Jurnal Zeolit Indonesia.* 5(2): 53-68.
- Harun, F. W., Almadani, E. A., dan Radzi, S. M. 2016. *Metal Cation Exchanged Montmorillonite K10 (MMT K10): Surface Properties and Catalytic Activity.* 3(3): 90–96.
- Hosseininejad, S., Afacan, A., dan 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.
- Hussain, S. Z. and Maqbool, K. 2014. GC-MS: Principle, Technique and its Application in Food Science. *Int J Curr Sci.* 13: 116–126.
- Kim, H., Jimin, P., Inchul, P., Kyoungsook, J., Sung, E. J., Sun, H. K., Ki, T. N., and Kisuk, K. (2015). Coordination Tuning of Cobalt Phosphates Towards Efficient Water Oxidation Catalyst. *Nature Communications.* 6(1): 1–11.
- Krutpijit, C. and Jongsomjit, B. 2016. Catalytic Ethanol Dehydration over Different Acid-Activated Montmorillonit Clay. *Journal of Oleo Science.*

65(4):347-353.

- Moradi, G. R., Yaripour, F., dan Vale-Sheyda, P. (2010). Catalytic Dehydration of Methanol to Dimethyl Ether over Mordenite Catalysts. *Fuel Processing Technology*. 91(5): 461–468.
- Moulijn, J.A., Leeuwen, v., dan Santen, v. 1993. *Catalysis, An Integrated approach to Homogenous, Heterogeneous and Industrial Catalysis*. Elsevier Science Publishers:Amsterdam.
- Nasikin, M., dan Susanto, B.H. 2010. *Katalis Heterogen*. UI Press: Jakarta.
- Ngapa, Y.D., Sugiarti, S., and Abidin, Z. 2016. Hydrothermal Transformation of Natural Zeolit from Ende-NTT and Its Application as Adsorbent of Cationic Dye. *Indonesia Journal of Chemistry*. 16(1): 138–143.
- Ni, W. et al. 2018. Catalytic Dehydration of Sorbitol and Fructose by Acid Modified Zirconium Phosphate. *Catalysis Today*. 1(1): 66–75.
- Nugrahaningtyas, K. D., Widjonarko, D. M., Daryani dan Haryanti, Y. 2016. Kajian Aktivasi H₂SO₄ Terhadap Proses Pemiliran Al₂O₃ Pada Lempung Alam Pacitan. *Jurnal Penelitian Kimia*. 12(2): 190–204.
- Phung, T. H. dan Busca, G. 2015. Diethyl Ether Cracking and Ethanol Dehydration: Acid Catalysis and Reaction Paths. *Chemical Engineering Journal*. 272: 92-10.
- Purbaningtyas dkk, 2019. Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Modifikasi Material Alam. *Akta Kimindo*. 4(2): 118-132.
- Purwaningrum, W., Widihati, I. A. G., dan Sekarani, N, W. (2017). Studi Interkalasi Lempung Bentonit dengan Garam Amonium Kuartener dan Pemanfaatannya Sebagai Pengikat Ion Pb²⁺ . *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 1(1): 384-386.
- Putri, Q. U. 2020. *Dehidrasi Etanol Menjadi Dietil Eter Dengan Katalis Bentonit Terpilir Zirkonium Fosfat*. Skripsi : Universitas Sriwijaya.
- 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.
- Ramadhani, D. G., Nur F. F., Alfian, W. S., Heri, S., dan Nanik Dwi Nuhayati. 2017. Synthesis of Natural Ni/Zeorlit Activated by Acid as Catalyst for Synthesis Biodiesel from Ketapang Seeds Oil. *JKPK (JURNAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA)*. 2(1): . 72-79.

- Rianto, A., Islamiyah., Khoir, E. P. dan Abdul, A. A. M. 2013. Sintesis Katalitik 2,2- Diisopropoksiopropan dari Isopropanol Untuk Meningkatkan Angka Bahan Bakar Terbarukan. 1(1): 1-6.
- Septian, D. D., dan Sri, S. 2019. Modifikasi Zeolit Alam Ende dengan Garam Logam serta Potensinya Sebagai Katalis Transformasi Glukosa Menjadi 5-Hidroksimetilfurfural (HMF). *ALCHEMY jurnal Penelitian Kimia*. 15(2): 203-218.
- Shawaqfeh, A. T. 2010. Isobaric Vapor–liquid equilibrium for the binary system Diisopropylether + Isopropanol at 95 kPa. *Afinidad LXVII*. 1(1):380-386.
- Sitepu, O. C., Ratnayani, O., dan Suprihatin, I. E. 2016. Sintesis Komposit ZnO Bentonit dan Penggunaannya dalam Proses Degradasi Methyl Orange. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 4(2): 157.
- Song, X. et al. 2017. Nickel Phosphate-Based Materials with Excellent Durability for Urea Electro-Oxidation. *Electrochimica Acta*. 251: 284–292.
- Stadtländer, C. T. 2007. Scanning Electron Microscopy and Transmission Electron Microscopy of Mollicutes : Challenges and Opportunities. *Modern Research and Educational Topics in Microscopy*. 1(1): 122–131.
- Sujatno, A. dkk. 2015. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9(2): 44–50.
- Suminta, S. 2006. *Karakterisasi Zeolit Alam dengan Metode Difraksi Sinar-X*. 5(2): 52-68.
- Supriyanto ., Ismanto., dan Nuryo, S. Natural Zeolitas Pyrolysis Catalyst of Used Tires into Liquid Fuels. Supriyanto, Ismanto dan Nuryo Suwito. *Journal unimma*. 2(1): 15-21.
- Susilawati, 2006. Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(1): 10-14.
- Tahid. 1994. *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier No II Th VIII*. Warta Kimia Analitis: Bandung.
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., dan Sudiono, S., 2005. Preparasi, modifikasi dan karakterisasi katalis Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *Jurnal Teknoin*. 10(4): 269- 283.
- Widayat., Ahmad, R., dan Muhammad, R. 2010. Pengaruh Waktu Dealuminasi Dan Jenis Sumber Zeolit Alam Terhadap Kinerja H-Zeolit Untuk Proses Dehidrasi Etanol. *Reaktor*. 13(1): 51-57.

- 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.
- Yusnani, A. 2008. *Konsentrasi Prekursor Logam dan Metode Impregnasi Pada Preparasi NiMo/Zeolit Y Terhadap Karakter Katalis*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Zhan, Y., Yang, S., Lu, M., Liu, Z., dan Lee, J. Y. 2017. The Development of Kobalt fosfatfor Bifunctional Oxygen Electrocatalysis in Alkaline Solution. *Electrochimica Acta*. 227(1): 310–316.
- Zhang, M. and Yu, Y. 2013. Dehydration of Ethanol to Ethylene. *Ind. Eng. Chem. Res.* 52: 9505-9514.
- Zhao, Z., Zhang, J., Yuan, Y., Lv, H., Tian, Y., Wu, D., and 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): 1–6.
- Zhu, J., Wen, K., Zhang, P., Wang, Y., Ma, L., Xi, Y., and He, H. 2017. Keggin-Al30 Pillared Montmorillonite. *Microporous and Mesoporous Materials*. 242(1): 256–263.
- Zulfa, A. 2011. *Uji Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan zeolit Alam Malang dan Lampung*. Skripsi: Universitas Indonesia.