PENGGUNAAN KATALIS ZEOLIT ZIRKONIUM FOSFAT PADA PROSES DEHIDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER

SKRIPSI

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

Oleh:
JENIVA RINDI ANINDIA
08031381823053

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGGUNAAN KATALIS ZEOLIT ZIRKONIUM FOSFAT PADA PROSES DEHIHDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

Jeniva Rindi Anindia

08031381823053

Indralaya, Juni 2021

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Dr. Hasanudin, M. Si	**Dr. Suheryanto, M. Si**
NIP. 197205151997021003	**NIP.196006251989031006**

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 "Penggunaan Katalis Zeolit Zirkonium Fosfat Pada Proses Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter" 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, Juni 2022

Ketua:

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

Anggota:

2. **Dr. Suheryanto, M. Si** ( )
   NIP. 196006251989031006
3. **Prof. Dr. Elfita, M. Si** ( )
   NIP. 196903261994122001
4. **Dr. Addy Rachmat, M. Si** ( )
   NIP. 197409282000121001

Mengetahui

Dekan FMIPA	Ketua Jurusan Kimia
Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D	Prof. Dr. Muharni, M. Si
NIP. 197111191997021001	NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Jeniva Rindi Anindia

NIM : 08031381823053

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, Juni 2022

Penulis

Jeniva Rindi Anindia

NIM. 080313818123053

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Jeniva Rindi Anindia

NIM : 08031381823053

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Penggunaan Katalis Zeolit Zirkonium Fosfat Pada Proses Dehidrasi Isopropanol". Dengan hak bebas royalty non-ekslusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/menformatkan, 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, Juni 2022

Jeniva Rindi Anindia

NIM. 08031381823053

SUMMARY

THE USING OF ZIRCONIUM PHOSPHATE ZEOLITE CATALYST IN THE DEHYDRATION PROCESS OF ISOPROPANOL TO DIISOPROPIL ETHER

Jeniva Rindi Anindia: Supervised by Dr. Hasanudin, M. Si dan Dr. Suheryanto, M. Si

Departement of Chemistry, Faculty of Math and Science, Sriwijaya University xii + 63 pages, 5 Tables, 10 Pictures, 8 Appediences

Exploration and production capacity in Indonesia continues to increase, causing fossil energy reserves for fuel to run out faster than previously estimated. To overcome this, another alternative was made by converting alcohol compounds into ethers, such as diisopropyl ether through a dehydration process using a catalyst. In this research, the manufacture of zirconium phosphate impregnated zeolite catalyst with various concentrations of 2, 4, 6, 8, and 10 mEq/g will be applied to the dehydration process of isopropanol to diisopropyl ether. The results obtained were characterized using several instruments such as XRD, SEM-EDS, and FT-IR. The performance of Zeolite-Zr(H2PO4)4 catalyst in the dehydration process was measured using GC-MS. The diisopropyl ether product formed on the catalyst Zeolite-Zr(H2PO4)4 at a concentration of 8 mEq/g had the best composition with yields and selectivities of 35.84% and 47.88%, respectively. The acidity analysis using pyridine gas showed an increase in the number of sites of total acidity from 0.7394 mmol/g after being impregnated with the addition of phosphate to 0.7807 mmol/g. Based on the results of the XRD characterization the impregnation has been successfully carried out, indicated at an angle of 2θ at 13.51o, 19.705o, 22.372o, 25.72o, and 27.59o. The results of the SEM-EDS characterization showed that there were changes in surface morphology and elemental content, the zeolite which originally consisted of irregular plates caused the grain size distribution to vary and in Zeolite-Zr(H2PO4)4 there were lumps which indicated the impregnation process had not occurred with good. Based on the results of the EDS, it can be seen that there is an increase in Zr elements from 3.00% atoms to 4.29% atoms and an increase in P elements from 0% atoms to 1.23% atoms. The results of the spectra of characterization using FT-IR on Zeolite-Zr(H2PO4)4 at an absorption wave number of 478 cm-1 indicates the presence of Zr metal attached to the impregnation process and at the absorption wave number 1637.56 cm-1 and 1402.25 cm- 1 contains Bronsted acid and Lewis acid sites.

Keywords : Diisopropyl Ether, Dehydrated Isopropanol, Zeolite, Metal impregnation, Zirconium Phosphate

Citation : 45 (2009-2021)

RINGKASAN

PENGGUNAAN KATALIS ZEOLIT ZIRKONIUM FOSFAT PADA PROSES DEHIDRASI ISOPROPANOL MENJADI DIISOPROPIL ETER

Jeniva Rindi Anindia: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M. Si dan Dr. Suheryanto, M. Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya xii + 63 Halaman, 5 Tabel, 10 Gambar, 9 Lampiran

Kapasitas eksplorasi dan produksi di Indonesia yang terus meningkat menyebabkan cadangan energi fosil untuk bahan bakar lebih cepat habis dari perkiraan semula. Dalam mengatasi hal tersebut dibuat alternatif lain dengan cara mengubah senyawa alkohol menjadi eter, seperti diisopropil eter melalui proses dehidrasi menggunakan katalis. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan katalis zeolit terimpregnasi zirkonium fosfat dengan varisasi konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 mEq/g yang akan diaplikasikan pada proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter. Hasil yang telah didapatkan dilakukan karakterisasi menggunakan beberapa instrument seperti XRD, SEM-EDS, dan FT-IR. Kinerja katalis Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ pada proses dehidrasi diukur menggunakan GC-MS. Produk diisopropil eter yang terbentuk pada katalis Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ konsentrasi 8 mEq/g memiliki komposisi terbaik dengan menghasilkan yield dan selektivitas sebesar 35,84% dan 47,88%. Pada analisis keasaman menggunakan gas piridin menunjukkan peningkatan jumlah situs keasaman total semula 0,7394 mmol/g setelah diimpregnasi dengan penambahan fosfat menjadi 0,7807 mmol/g. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD impregnasi telah berhasil dilakukan, ditunjukkan pada sudut 2θ daerah 13,51^o, 19,705^o, 22,372^o, 25,72^o, dan 27,59^o. Hasil pada karakterisasi SEM-EDS menunjukkan adanya perubahan morfologi permukaan dan kandungan unsur, zeolit yang semula terdiri dari lempengan yang tidak beraturan menyebabkan distribusi ukuran butir menjadi beragam dan pada Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ terdapat gumpalan-gumpalan yang menandakan proses impregnasi belum terjadi dengan baik. Berdasarkan hasil EDS terlihat adanya peningkatan unsur Zr semula 3,00% atom menjadi 4,29% atom dan peningkatan unsur P semula 0% atom menjadi 1,23% atom. Hasil spektra dari karakterisasi menggunakan FT-IR pada Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ pada serapan bilangan gelombang 478 cm^{-1} menandakan adanya logam Zr yang menempel pada proses impregnasi serta pada serapan bilangan gelombang 1637,56 cm^{-1} dan 1402,25 cm^{-1} terdapat kandungan situs asam bronsted dan asam lewis.

Kata Kunci : Diisopropil Eter, Dehidrasi Isopropanol, Zeolit. Impregnasi logam, Zirkonium Fosfat

Sitasi : 45 (2009-2021)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.

Sesungguhnya Bersama kesulitan itu terdapat kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap
(Q.S Al-Insyirah; 6-8)

Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buatlah jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak
(Ralph Waldo Emerson)

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui
(Q.A Al-Baqarah; 216)

Skripsi ini sebagai salah satu rasa syukur kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas segala nikmat, rahmat dan kasih sayangnya dalam hidup sehingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik dan penuh keyakinan hati.
Dan kupersembahkan juga kepada:

1. Bapak Sumardi dan Ibu Sariyem yang selalu mendoakan, memberi support baik secara moril maupun materil serta dikala senang maupun sedih selalu menguatkan jeniva untuk selalu teguh pada pendirian dan menentukan pilihan sampai bisa ke tahap ini.
2. Sintia Rindi Alamanda dan Randaka Tri Artayuda selaku kakak dan adik yang saya sayangi terimakasih selalu menghibur dan mendukung jeniva juga.
4. Pembimbing, pembahas serta sahabat dan semua orang baik yang selalu membantu jeniva pada penyusunan skripsi ini.
5. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan *Bismillahirahmanirrahim* dan segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penggunaan Katalis Zeolit Zirkonium Fosfat Pada Proses Dehidrasi Isopropanol Menjadi Diisopropil Eter". 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 skirpsi ini. Penulis juga sangat mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Hasanudin, M. Si** dan Bapak **Dr. Suheryanto, M. Si** yang telah banyak memberikan ilmu, 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 dalam penulisan skripsi ini, terimakasih telah memberikan banyak pelajaran berharga dan melatih kedisiplinan jeniva selama proses penelitian berlangsung
5. Bapak Dr. Suheryanto, M. Si selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligun Pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama masa studi
6. Ibu Prof. Dr. Elfita, M. Si dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana
7. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah

8. Bapak Sumardi dan Ibu Sariyem selaku kedua orang tua tersayang yang selalu menguatkan, mendoakan, memberikan semangat dan selalu mencintai dan menyayangi jeje sampai akhirnya jeje bisa ke tahap ini dan bisa menyelesaikan skripsi dan studi ini, serta kepada sintia selaku kakak tersayang yang banyak memberikan nasihat untuk kebaikan jeje kedepannya dan kepada randaka selaku adik tersayang terimakasih telah banyak menghibur dan menemani dikala mbak senang dan susah.
9. Mbak Novi dan Kak Cosiin selaku Admin Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses kelengkapan administrasi atau syarat yang diperlukan selama kuliah sampai siding, sehat selalu.
10. Ayuk analis (yuk niar, yuk nur dan yuk yanti) terimakasih telah banyak membantu dalam proses peminjaman alat dan bahan, serta membantu dalam hal analisis yang diperlukan untuk data skripsi dan banyak membantu kami dalam kesusahan jika terdapat hal yang tidak dipahami terimakasih telah mengajarkan banyak ilmu-ilmu baru, sehat selalu.
11. Teman-teman satu TA Zeolit Metal (Rahmawati dan Lola Andini) terimakasih sudah mau berjuang Bersama sudah genap 1 tahun kita bertahan dan bisa melewati segala halang rintangan suka duka semuanya dilalui Bersama, kita cewe-cewe yang kuat banget ya hehe dimarahin atau apapun itu kita selalu bareng walaupun kemarin sempat ada problem dikit tapi ya itu itu buat kita makin kuat hehe nangis bareng juga trus kalo ditanya cape pasti cape banget ya gais, alhamdulillah sekarang semuanya udah berhasil dan sukses kita lewati congrats atas gelar barunya resmi menyandang S. Si ya sekarang, sedih banget karena 1 tahun yang kita lewatin bener-bener berat banget ya banyak banget ceritanya dan itu cukup jadi kenangan indah kita untuk di masa depan. selamat menikmati perjalanan menuju masa depan sukses selalu nanti ketemu lagi ya semangat terus.
12. Terkhusus Rahmawati, amaa terimakasih ya udah mau bertahan sampe akhir sama aku, ga peduli omongan orang baik buruknya aku disaat semua orang ninggalin dan manfaatin aku, kamu malah milih tetep stay dan tulus

baik banget sama aku dari awal maba sampe sekarang. Ga nyangka juga bisa satu penelitian bareng. Maafin aku ya selalu ngerepotin dan nyusahin, maafin aku banyak salah dan kurangnya, aku gengsi buat ngomong langsung Kita selalu sama-sama kemanapun itu sampe-sampe orang yang benci sama aku ikut juga benci sama kamu. Maafin aku ya karena kalo deket sama aku kamu jadi ikut diomongi orang banyak. Makasih udah jadi rumah tempat aku pulang tempat aku cerita keluh kesah atau apapun itu, respon kamu selalu baik, kamu selalu bimbing dan nasehati aku baiknya aku itu gimana. Kamu bener-bener orang baik, kamu tau persis gimana perjalanan awal aku dari maba terus aku terpuruk hampir 1 tahun dan akhirnya aku bisa bangkit, walaupun berat tapi kamu selalu semangatin aku dan selalu peduli keadaan aku gimana. Aku pasti bakal kangen banget momen kita sama-sama ditambah kita ngekos bareng selama penelitian ini main bareng kecelakaan bareng dan healing pun bareng ga akan pernah aku lupain itu. Sebenernya aku ga suka dengan kata-kata "setiap pertemuan pasti ada perpisahan" tapi ya mau gimana lagi, kita pisah demi masa depan yang lebih baik lagi semoga kita selalu seperti ini ya sampai kapanpun itu. Terimakasih untuk pelajaran yang dititipkan ke aku selama 4 tahun ini. Aku bangga punya kamu, lagi-lagi kamu temen terbaik aku, selamat berproses di masa depan sukses ya sehat-sehat, nanti kita main bareng lagi terimakasih banyak sampai jumpa

13. Si kecil raisha, icaaa terimakasih selama perkuliahan dari awal maba sampe sekarang yang selalu stay dan ga pernah peduli sama omongan orang terhadap aku itu gimana. Icaa juga tau persis ya perjalanan aku bisa sampe ke titik ini. Icaa ga pernah bosen denger cerita aku tentang apapun itu dan icaa selalu kasih feed back baik banget saran dan masukan icaa juga yang bisa bikin aku sampe kek sekarang. Makasih ya ica selalu nemenin aku kalau aku lagi seneng maupun sedih, inget banget aku selalu lari main ke Palembang terus kita ngabisin waktu bareng ya ca sampe tengah malem, cerita banyak hal sampe buat aku jadi balik ga sedih dan ga down lagi. Icaa anaknya baik dan sabar banget dalam ngehadapin aku yang dasarnya emang suka moodyan dan kadang lemot. Icaa jarang banget

cerita kalau ada apa-apa kadang suka sedih kalau liat ica harus nerima beban cerita aku terus, tapi aku ga bisa maksa karena tiap orang emang ada privacy masing-masing ya. Icaaa aku ada disini lohh ingett kalau ada apa-apa dan butuh sesuatu aku pasti bantu ica. Terimakasih untuk pelajaran yang telah dititipkan ke aku selama 4 tahun ini. Semangat terus ya ca penelitiannya semoga lancar dan selalu dipermudah, jangan lupain aku makasih sekali lagi udah jadi temen terbaik aku. Sayang icaaa sehat-sehat terus ya sampai ketemu lagi.

14. Tiara, tirai makasih ya udah jadi temen baiknya aku selama perkuliahan ini dari maba juga kita bareng banyak waktu dan cerita yang kita lalui sama-sama, sebelum masuk dunia penelitian kita sering main bareng waktu aku kos dan stay di Palembang hihi makasii ya udah nemenin dan sabar juga ngehadapin aku. Eh tiba masuk dunia penelitian kita udah beda konsentrasi mulai jarang banget buat ngobrol dan ketemu untuk ngeluangin waktu bareng pun susah karena udah sibuk sama urusan masing-masing, tapi itu ga berpengaruh buat pertemanan kita hehe kita masih temanan baik. Terimakasih untuk pelajaran yang telah dititipkan ke aku selama 4 tahun ini. Semangat ya penelitiannya tir yok bisa bentar lagi nyusul S. Si ya semoga selalu dipermudah, sehat-sehat teruss kalau cape istirahat ya jangan di porsir terusss.
15. Balqis, bundaaa terimakasih banyak ya untuk semuanya walaupun kita waktu maba ga terlalu deket dan akrab,tapi gatau kenapa waktu masuk dunia penelitian kita sering ketemu trus ngobrol dan akhirnya sering main bareng sampe jadi akrab kamu itu temen galau temen gabut temen curhat dan temen ga jelas nya akuu wkwk, kamu juga baik dan sabar banget ngehadapin aku loh qis, banyak banget cerita kita sering sama-sama bareng rahma juga, banyak hal-hal random lainnya yang kita lewatin hampir sekitar 2 tahunan ini. Terimakasih ya qis udah stay juga sama aku dan lagi lagi ga pernah peduli sama omongan orang lain tentang aku itu gimana. Pribadi kamu yang tau persis aku orangnya gimana, jangan kapok berteman sama aku ya makasih untuk kenangan di waktu yang sangat singkat ini sampai bertemu lagi. Sedih banget ga bisa lulus barengan tapi

gapapa nanti di masa depan kita ketemu lagi kek kata kamu qis dengan label “orang berhasil” ya, sehat-sehat bunda sayang.

16. Oleng squad (abiza govana, vandwynata, Sandra saputra) besti boysku terimakasih banyak ya untuk waktu singkat ini pertemuan yang tak terduga awalnya dipertemukan di café literatur karena aku yang ngajak buat ikutan turnamen Mobile Legend ehhh akhirnya jadi satu rombongan deket banget abis dari itu kita ngecamp bareng alhamdulillah banget bisa dikasih kesempatan bertemu dan temenan akrab sama kalian, kita juga sampe trip pertama jauh ke Pagaralam motoran ber 5 ya gais. Kalian tu baik banget suka banget direpotin tapi ga pernah ngeluh. Maaafin aku ya kalo aku banyak salah sama kalian. Makasih udah selalu support dan banyak bantu aku di masa-masa suka dan duka. Makasih udah selalu denger curhatan dan kasih masukan ke aku. Pokoknya makasih banyak udah stay temenan sama aku gais, orang-orang yang deket ataupun yang mau deket sama aku pasti selalu dapet omongan ataupun cerita yang ga enak tentang aku. Tapi apa ? kalian milih bertahan dan tetep temenan sama aku tanpa peduli apapun kurangnya aku kalian lihat sendiri aku ga sama dengan apa yang diceritain orang lain. Semangat terus ya untuk meraih gelar sarjana nya semoga allah selalu permudah tiap langkah kalian gais. Sampai ketemu lagi di wisata masa depan sukses yaaaa.
17. Rombongan rempong (sicho, dayah, ade marisa, dinda gandos, lidya, iren okta, restri), girls terimakasih ya sudah menjadi bagian dari perjalanan aku kali ini, terimakasih telah berperan penting sebagai teman perjuangan di masa perkuliahan 4 tahun ini. Suka duka banyak cerita yang kita lalui bareng ya girls. Sicho anaknya ribet dan panikan banget tapi baiknya ya ampun ga usah diomongin lagi sayang banget ama ini anak dia juga anaknya seru loh, bund keknya banyak ya cerita-cerita kita selama akhir-akhir ini hehe makasih ya udah jadi temen yang baik banget sama aku. Dayah dan reres anaknya aktif banget lucu trus humoris juga, sabar banget mau selalu aku repotin makasih ya beb udah jadi temen aku. Untuk ade dinda lidai iren mereka tu anaknya baik dan receh banget bakalan kangen momen kekocakan bareng kalian inget ga si kita selalu bareng berangkat

ke layo waktu aku stay di Palembang ada yang namanya “titan jeni” jadi naik mobil barengan trus ya haha, kalian semua baik-baik banget si makasih ya udah stay dan nemenin aku sampe bisa dapetin gelar S. Si ini. Bakalan kangen sama kalian sukses dan semangat terus ya sampai bertemu lagi di perjalanan selanjutnya.

18. Kak qodria dan kak wan ryan, terimakasih banyak atas bimbingan dan ilmunya selama perkuliahan dan penelitian ini ya kak banyak banget dapet pelajaran yang berkesan dari kakak, maaf jeni selalu merepotkan dan banyak melakukan kesalahan. sehat sehat terus ya semangattt sukses buat kedepannya semoga bisa berjumpa lagi kak.
19. Suteja, jakk makasih banyak udah jadi temen baik aku ya selama perkuliahan ini, temen contekan temen kp bareng (Iqbal rifki dan tiur) makasih selalu nemenin dan support aku terus. Disaat masa terpuruk juga ga ninggalin aku hehe lumayan banyak kenangan dan cerita kita ya jak apalagi masuk masa terpuruk aku di tahun 2021 waduhh cukup jadi kenangan aja ya jak, makasih sudah mau selalu direpotkan ya sehat selalu tejak semangat meraih gelar S. Si nya semoga selalu allah perlancar.
20. Kak reni amalia, kak ren makasih banyak ya udah bantu aku ngurus ribetnya berkas menjelang mulai penelitian. Makasih juga udah selalu mau diganggu dan direpotkan kalau ada sesuatu yang aku ga paham. Maaf ya sering banget spam chat dan nyusahin kk. Sukses terus ya kak sampai ketemu lagi.
21. Lismiani, terimakasih untuk adikku sekaligus temen kecilku yang telah menemani suka dukanya aku, maaf udah sering ngerepotin ya sehat-sehat ya semangat terus kuliahnya cantik, inget ga boleh ngeluh dan harus tetep bersyukur ga boleh insecure juga jadilah pribadi yang lebuh baik lagi kedepannya ya. Sampai ketemu lagiii
22. Shinta dan alifiya, 2 sejoli dik adik ucul, teromakasih ya sudah sering menghibur dan mendengarkan keluh kesah serta kerandoman kakakmu ini, ambil ilmu dan pelajaran yang baik-baik aja ya dari kk awas loh inget terus yang kk ajarin waktu praktikum kemarin jangan sampe dilupain

wkwk, seneng banget bisa kenal deket sama kalian berdua semangat terus kuliahnya sehat-sehat ya.

23. Anisa rosanita (oca), ocaa makasih banyak ya udah selalu ada buat kakak disaat sedih maupun seneng. Ocaa selalu nemenin kk nemenin gabutnya kk, nemenin kk begadang sambil curhat sampe kita nangis bareng. Bakalan kangen banget kerandoman tingkah kita kalau ketemu ya, kita konseran bts bareng sampe ocaa yang nguatin kk disaat kk h-1 mau seminar, makasih banyak telah berperan penting dalam masa akhir perkuliahan kk. Maafin kk yang selalu ngerepotin dan marahin oca maaf kalau kk sering buat salah, kamar kos oca jadi saksi apa aja yang udah kita lewatin sama-sama. Semangat penelitiannya sehat-sehat ya sampai ketemu lagi.
24. (Agung bimantara, rofif anas, jepriadi, rajib dan Iqbal maulana) teruntuk kalian terimakasih ya sudah ikut berperan dalam perjalanan masa kuliah kk, udah banyak bantuin kalo kk ada kendala dan kesusahan. Seneng bisa kenal kalian semangat terus ya kuliah dan penelitiannya, sampai ketemu lagii orang-orang baik.
25. Anak-anak bungsu TA Pak Hasan (azriel, mutiara, dea, andini, selvi, afgan) terimakasih ya sudah mau support kk sampe kk bisa menyelesaikan skripsi dan penelitian ini. Teruntuk kalian semangat terus ya penelitiannya semoga selalu dipermudah tetep sabar dan ikhlas ya lancer luncur dik adik kk, sampai jumpa lagii
26. Teman-teman satu PA pak suheryanto (dinta, afril, imam) gaiss terimakasih banyak sudah mau berjuang bersama sampai di titik ini. Banyak banget cerita kita dari awal mula mau konsultasi dan dibingungkan dalam pemilihan konsentrasi tugas akhir. Maaf sudah banyak merepotkan dan berbuat salah. Semoga kedepannya kalian selalu dipermudah, yok bisa yok bentar lagi S. Si semangatttt
27. Adik asuhnya kk (rizki salsa dan yati) makasih selalu support kk, kalian baik banget maaf ya kalau kk selama hampir 3 tahun ini belum bisa jadi kk asuh yang baik buat kalian. Tapi kk harap kalian bisa mengambil

pelanjaran baiknya aja dari kk selama ini perihal apapun itu. Sehat-sehat ya kalian semangat terus penelitiannya semoga selalu diperlancar.

28. Temen-temen kosanku yon ogan (rizki setiawan, amel, teges, hardy, farhan, ejik, putri, kak anggun dll) terimakasih sudah membantu kesulitanku dan kendala yang ada di kosan selama ini, cukup berperan juga dalam proses penyelesaian skripsi ini sukses terus buar kalian semua, sehat-sehat ya maaf kalau selalu bikin ribut di kosan dan maaf kalau ada perbuatan salah yang dilakukan baik sengaja maupun tidak. Semoga kita bisa bertemu lagi di lain waktu.
29. Tersayang Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jungkook [BTS] selaku orang teristimewa yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama masa perkuliahan dan akhirnya bisa menyelesaikan skripsi ini melalui lagu dan tingkah random kalian di konten-konten yang aku tonton setiap hari, army borahae!!
30. Kepada semua rekan-rekan seperjuangan ku yang lainnya tanpa terkecuali yang sangat-sangat berjasa dan berperan aktif baik teman seangkatan 2018 maupun adik tingkat 2019-2020 dan kakak tingkat 2015-2017 di kampus yang tidak bisa di sebutkan satu persatu di jurusan Kimia Universitas Sriwijaya ini. Terima kasih telah memberikan banyak support serta bantuan dan motivasi selama perkuliahan sampai akhirnya bisa pada tahap ini.
31. Diriku sendiri, Jeniva Rindi Anindia yang kuat walaupun hampir memilih menyerah ditengah perjalanan, terimakasih sudah bertahan sampai saat ini bangga banget, maaf untuk selalu mengeluh atas kesusahan, kelelahan serta kesedihan yang tiada henti, jeje tetap tersenyum ya walapun banyak orang diluar sana yang tidak menyukai semangat terus tetap berbuat baik ya ingat perjuangan dan jalanmu masih Panjang bismillah selalu Bahagia dan sukses di masa depan, semoga kamu dipertemukan kelak nantinya dengan sosok laki-laki dewasa yang selama ini kamu inginkan kehadirannya untuk sekarang focus membenahi diri dulu ya semangatt kamu pasti bisa kok selalu lakukan yang terbaik ya untuk apapun itu!

Semoga jasa-jasa dan kebaikan bapak, ibu, saudara dan sahabat-sahabatku idolku, dan semua orang orang baik 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, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

COVER ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR PERSETUJUAN ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH ..... **iv**
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH ..... **v**
SUMARRY ..... **vi**
RINGKASAN ..... **vii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xvii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xxi**
DAFTAR TABEL ..... **xxii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Isopropanol 5
2.2 Diisopropil eter 5
2.3 Dehidrasi Isopropanol 6
2.4 Katalis 7
2.5 Zeolit 9
2.5.1 Zeolit Alam 9
2.5.2 Zeolit Sintetis 10
2.6 Logam Zirkonium (Zr) 10
2.6.1 Zrikonium Fosfat 11
2.7 Gas Chromathography – Mass Spectrometry (GC – MS) 12
2.8 Karakterisasi 13
2.8.1 Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR) 13

2.8.2 X-Ray Diffraction (XRD) 13
2.8.3 SEM-EDS (Scanning Electron Microscope and Energy Dispertive Spectroscopy) 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 15
3.1 Waktu dan Tempat 15
3.2 Alat dan Bahan 15
3.3 Prosedur Kerja 15
3.3.1 Preparasi Sampel Zeolit (Sumarni dkk, 2018) 15
3.3.2 Aktivasi Zeolit Alam (Adriati dkk, 2013) 15
3.3.3 Modifikasi Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ dengan Variasi Konsentrasi Zr^{4+} Dengan Perbandingan 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/ g Zeolit 16
3.3.4 Proses Dehidrasi Isopropanol dengan Katalis Zeolit dan Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ 16
3.3.5 Karakterisasi Katalis Zeolit 17
3.3.5.1 Karakterisasi Struktur Kristal Katalis Zeolit-Zr dan Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ yang Terbaik Menggunakan XRD 17
3.3.5.2 Analisis Keasaman Katalis Zeolit-Zr dan Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ yang Terbaik Menggunakan Piridin 17
3.3.5.3 Karakterisasi Bentuk Permukaan Katalis Zeolit dan Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ yang Terbaik Menggunakan SEM-EDS 18
3.3.5.4 Analisis Katalis Menggunkan FT-IR 18
3.3.5.5 Analisa Data 18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 19
4.1 Preparasi dan Aktivasi Zeolit Alam 19
4.2 Hasil Modifikasi Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ 20
4.3 Hasil Dehidrasi Isopropanol dengan Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ Menggunakan GC-MS 21
4.4 Hasil Karakterisasi Katalis Zeolit-Zr dan Katalis Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ Menggunakan XRD 26
4.5 Hasil Analisis Keasaman Permukaan Katalis Zeolit-Zr dan Zeolit-$Zr(H_2PO_4)_4$ Menggunakan Gas Piridin 27

4.6 Hasil Karakterisasi Katalis Zeolit-Zr dan Katalis Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ Menggunakan Spektrofotometer FT-IR 28
4.7 Hasil Karakterisasi Katalis Zeolit, Zeolit-Zr dan Zeolit-Zr(H_2PO_4)$_4$ Menggunakan SEM-EDS 31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 34
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 34
DAFTAR PUSTAKA 36
LAMPIRAN 41

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Struktur α-Zirkonium monohidrogen fosfat.....12

Gambar 2. X-Ray Diffraction 13

Gambar 3. Hasil Preparasi Zeolit Alam.....19

Gambar 4. Proses Modifikasi Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....20

Gambar 5. Kromatogram Larutan Standar Isopropanol dan Diisopropil eter.....21

Gambar 6. Kromatogram Analisis Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$ 2 mEq, 4 mEq, 6 mEq, 8 mEq, 10 mEq dan Katalis Zeolit-Zr 23

Gambar 7. Difraktogram hasil XRD Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$ dan Katalis Zeolit Zr.....26

Gambar 8. Spektra FT-IR , Katalis Zeolit-Zr, Katalis H-Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$, dan Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$ 29

Gambar 9. Kurva Absorbansi Katalis H-Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$, dan Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....30

Gambar 10. Morfologi Permukaan Katalis Zeolit Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$ Katalis Zeolit, Katalis Zeolit-Zr, Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....32

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Karakterisasi Zirkonium 11
Tabel 2. Waktu Retensi Katalis Zeolit-$(H_2PO_4)_4$.....24
Tabel 3. Nilai Konversi, yield, selektivitas Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....25
Tabel 4. Nilai Keasaman Permukaan Katalis Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....28
Tabel 5. Hasil EDS Katalis Zeolit, Zeolit-Zr, Zeolit- Zeolit-Zr$(H_2PO_4)_4$.....33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dalam industri serta transportasi menyebabkan kebutuhan bahan bakar minyak bumi menjadi sangat tinggi. Salah satunya, bensin premium dan pertalite sebagai bahan bakar pokok yang masih banyak digunakan oleh masyarakat luas, dimana masih mengandung bahan aditif seperti *organometalic dan oksigenant* yang dapat memberikan dampak negatif seperti mencemari lingkungan dan membahayakan manusia. Meskipun Indonesia masih memiliki cadangan energi fosil yang cukup besar, namun dengan meningkatnya kapasitas eksplorasi dan produksi, cadangan tersebut akan habis lebih cepat dari perkiraan semula, sehingga diharapkan dapat dicari alternatif lain untuk mengatasi masalah ini. Beberapa upaya dapat dilakukan terutama untuk mengembangkan biomassa, biogas, bioetanol, biodiesel yang diperoleh dari perengkahan minyak nabati. Bioetanol merupakan bahan baku energi alternatif terbarukan dimana senyawanya dapat diubah menjadi bensin dengan mengubah alkohol menjadi eter.

Senyawa eter seperti diisopropil eter digunakan sebagai zat aditif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, serta diisopropil eter banyak digunakan dalam reformulasi pada mesin kendaraan (Jauhar, 2007). Diisopropil eter dapat dihasilkan melalui dehidrasi isopropanol dengan menggunakan katalis. Proses dehidrasi isopropanol ini membutuhkan temperatur yang tinggi untuk mengoptimalkan produknya yang berupa diisopropil eter (Murat *et al*, 2020). Pada reaksi dehidrasi, Katalis yang paling umum digunakan adalah katalis homogen, salah satunya adalah asam sulfat. Penggunaan asam sulfat sebagai katalis pada proses dehidrasi isopropanol memiliki kekurangan yaitu sulit terpisah dengan produk lainnya serta bersifat korosi (Scott Fogler, 1987). Terdapat alternatif lain yang dapat dilakukan untuk mengganti penggunaan katalis homogen tersebut yaitu dengan menggunakan katalis heterogen (Farida dan Krisdayanto, 2019).

Katalis heterogen adalah *support* katalis yang memiliki komponen terpenting, yaitu luas permukaan tinggi, porositas, sifat mekanik dan stabilitas yang baik. Katalis heterogen yang dapat digunakan adalah zeolit, dimana katalis

zeolit ini memiliki kelebihan mudah dipisahkan dengan produk lainnya, dapat digunakan kembali serta tahan terhadap temperature tinggi pada saat proses berlangsung. Zeolit juga dapat dimanfaatkan sebagai katalisator, penukar ion, dan adsorben (Ramadhani dkk, 2017).

Zeolit yang terdapat di alam masih bercampur dengan materi pengotor lainnya, untuk memaksimalkan kerja dari zeolit yang akan digunakan untuk proses dehidrasi ini perlu dilakukannya aktivasi dan memodifikasi zeolit. Tujuan dilakukannya aktivasi itu untuk menghilangkan pengotor yang masih tercampur dengan zeolit dan untuk memperluas permukaan, sedangkan tujuan dilakukan modifikasi zeolit itu untuk meningkatkan volume total pori dan selektivitas pada katalis zeolit tersebut. Proses modifikasi yang bias dilakukan adalah dengan cara pengembanan logam zirkonium fosfat. Pengembanan logam pada zeolit bertujuan untuk meningkatkan situs keasaman dari katalis. Modifikasi zeolit dilakukan dengan proses pengembanan logam zirkonium karena zirkonium merupakan logam asam kuat dengan sifat ini maka zeolit yang dimodifikasi dengan zirkonium dapat menjadi katalis untuk reduksi isopropanol menjadi diisopropil eter (Toress *et al*, 1992).

Zirkonium merupakan logam yang dapat meningkatkan situs keasaman katalis zeolit karena pada zirkonium masih terdapat orbital d yang tidak terisi penuh, yang nantinya akan mensubtitusi ion hidrogen pada permukaan zeolit, pengembanan logam pada permukaan zeolit tersebut akan menyebabkan luas kontak antara reaktan dan katalis bertambah sehingga reaksi akan semakin cepat (Trisunaryati *et al*, 2005). dengan jumlah situs dan daya adsorpsinya yang besar. Zirkonium memiliki bilangan oksidasi +2 dan +4 dan dapat membentuk senyawa kompleks salah satunya kompleks dengan fosfat menjadi zirkonium fosfat. Zirkonium fosfat dapat mengkatalisis suatu reaksi yang memerlukan suhu yang tinggi dengan menurunkan energi aktivasi agar reaksi dapat berlangsung (Zhang *et al*, 2010).

Penelitian Armenta *et al* (2018) telah menggunakan katalis berbasis karbon aktif untuk proses dehidrasi isopropanol dan memperoleh selektivitas 20% terhadap diisopropil eter pada temperatur 125^{o}C, tetapi pada temperatur ini menghasilkan produk samping yang tidak diinginkan serta menghasilkan stabilitas

yang kurang baik. Penelitian Chiang dan Lin (2017) pada proses dehidrasi alkohol menjadi eter pada temperatur 250^{o}C memperoleh selektivitas 40,6% Oleh karena itu, dibuat alternatif lain dengan menggunakan katalis zeolit-zirkonium fosfat untuk dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter, dengan menggunakan katalis yang telah dimodifikasi menggunakan logam transisi dijadikan rancangan katalis baru yang diharapkan nantinya akan menghasilkan selektivitas yang tinggi dan dapat mengoptimalkan produksi diisopropil eter agar produk yang didapatkan memiliki efisiensi katalis yang lebih baik.

Penelitian ini berfokus pada modifikasi katalis zeolit menggunakan zirkonium fosfat untuk proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter. Zeolit termodifikasi zirkonium fosfat akan dilakukan analisa menggunakan karakterisasi instrument difraksi sinar-X (XRD), pemindaian mikroskop elektron dan spektroskopi dispersi energi (SEM-EDS) untuk melihat bentuk struktur, morfologi permukaan, kandungan unsur dan menggunakan spektrometer FT-IR untuk melihat gugus fungsi dari zeolit yang dimodifikasi. Penentuan konsentrasi isopropanol terdehidrasi relatif terhadap diisopropil eter dilakukan dengan analisis dengan instrument kromatografi gas (GC). Parameter tersebut diuji perbandingan jumlah zirkonium fosfat dan zeolit dalam dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan ditinjau dari latar belakang yang ada, yaitu bagaimana peran variasi konsentrasi zirkonium fosfat pada kinerja katalis zeolit untuk reaksi dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter serta bagaimana variasi konsentrasi zirkonium fosfat tersebut dapat mempengaruhi karakteristik zeolit sebagai katalis pada reaksi dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari efek terhadap variasi penambahan zirkonium fosfat terhadap katalis zeolit serta menentukan katalis yang memiliki komposisi terbaik menggunakan alat GC-MS.
2. Mengevaluasi sifat fisik dan kimia dari katalis zeolit zirkonium fosfat dengan mengggunakan instrument difraksi sinar-X (XRD), *Scanning*

lainnya, dapat *Electron Microscope and Energy Dispertive Spectroscopy* (SEM-EDS), dan spektrofotometer FT-IR.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi mengenai penggunaan zeolit yang digunakan katalis dalam pengaplikasiannya terhadap proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter, serta diharapkan akan membantu dan memberikan informasi lebih lanjut tentang pengaplikasian modifikasi zeolit alam yang telah terimpregnasi dengan logam zirkonium fosfat yang berperan sebagai katalis pada proses dehidrasi isopropanol menjadi diisopropil eter

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2008. Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanoscience dan Teknologi.* 2(1): 1–8.

Aidha, N. N. 2013. Aktivasi Zeolit Secara Fisika dan Kimia Untuk Menurunkan Kadar Kesadahan (Ca dan Mg) Dalam Air Tanah. *Jurnal kimia dan Kementrian Perindustrian.* 35(1): 58–63.

Aisyah, A., Mhatmanti, F. W., dan Widiarti, N. 2018. Perbedaan Aktivitas Katalitik S-ZrO_2, S-ZA, dan S-$Zr0_2$/ ZA dalam Reaksi Esterifikasi Minyak Jelantah. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(3): 286-291.

Aji, N. R., Wibowo, E. A. P., Ujiningtyas, R., Wirasti, H., dan Widiarti. 2016. Sintesis Komposit TiO_2-Bentonit dan Aplikasinya untuk Penurunan BOD dan COD Air Embung UNNES. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*. 2(2): 114-119.

Amri, S. dan Utomo, P. M. 2017. Preparasi dan Karakterisasi Komposit ZnO-Zeolit untuk Fotodegradasi Zat Warna *Congo Red. Jurnal Kimia Dasar.* 6(2): 29-36.

Andayani, dkk. 2007. Peningkatan Kapasitas Tukar Kation Zeolite Alam dengan Metode Pilarisasi. *Laporan Penelitian Universitas Brawijaya.* Malang.

Augustine, R. L. 1996. Heterogenous Catalysis for The Synthetic Chemist, 1st ed., New York: Marck Dekker, Inc.

Azizi, Z., Rezaimanesh, M., Tuhidian, T., and Rahimpour, M. R. 2014. Dimethyl Ether: A Review of Technologies and Production Challenges. *Chem Eng Process-Process Intensif.* 82(1): 150–172.

Bunaciu, A. A., Undristioiu, E. G., and Aboul-Enein, Y. H. 2015. X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 45: 289–299.

Curini, M., Montanari, F., Rosati, O., Lioy, E., and Margarita, R. 2003. Layerde Zirconium Phosphate and Phosphate as Heterogeneous Catalyst in The Preparation of Pyrroles. *Tetra Latter*. 44(20): 3923–3925.

Creswell, C. J., Runquist, Olat, A., Campbel., and Malcom, M. 1982. *Analisis Spektrum Senyawa Organik Edisi ke-2*. Bandung: ITB Press.Ekawandani,

N. 2016. Analisi Risiko Papapran Isopropanol Pada Pekerja Offset Printing. *Jurnal TEDC*. 10(3): 192.

Endang, S. R., Damilsun, A., dan Aditia, K. 2010. Pengaruh Konsistensi dan Larutan Pengaktifan Pada Proses Aktivasi Zeolit Alam Secara Hydothermal Untuk Pengolahan Air Sadah dalam Kolom Unggun Tetap. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 9(1): 19–24.

Faisal, M., Suhartana., dan Pardoyo. 2015. Zeolit Alam Termodifikasi Logam Fe sebagai Adsorben Fosfat (PO_4^{3-}) pada Air Limbah. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 18(3): 91-95.

Gunawan, R. 2016. Dehidrasi Pelarut Organik dengan Pervaporasi. *Jurnal kimia*. 2(1): 1–16.

Guo, G.Y., Chen, Y.L., dan Ying, W.J., 2004, Thermal, Spectroscopic and X-ray Diffractionla Analyses of Zirconium Hydroxides Precipitated at Low pH Values, Material Chemistry and Physics, vol. 84, hal. 308-314.4.

Jauhar, dkk. 2007. Produksi Isopropil Alkohol Murni untuk Aditif Bensin yang Ramah Lingkungan sebagai Wujud Pemanfaaran Produk Samping pada Industri Gas Alam. KTI ITB. Bandung.

Muharrami, L. K. 2011. Penentuan Kadar Kolesterol dengan Metode Kromatografi Gas. *Jurnal Agrointek*. 5(1): 28–32.

Murat, M., Tisler, Z., Simek, J., and Herrador. M.H. 2020. Highly Active Catalyst for The Dehydration of Isopropanol. *Catalyst*. 719 (10): 1–11.

Nugrahaningtyas, Khoirina Dwi, Maret, U. S., Widjonarko, D. M., dan Maret, U. S. (2016). Kajian Aktivitas H2SO4 Terhadap Proses Pemilaran Al2O3 pada Lempung Alam. Alchemy (Jurnal Penelitian Kimia), 12(2), 190–203.

Nurhayati, H. (2010). Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Pica, M. 2017. Zirconium Phosphate Catalysts in the XXI Century: State of the Art from 2010 to Date. *Journal Catalysts*. 190(7): 1–18.

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.

Purnami, Wardana, I., dan Veronika, K. 2015. Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Jurnal Rekayasa Mesin.* 6(1): 51–59.

Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Syafitri, U., Nurcholis, W., dan Adzkiya, M. 2014. Identifikasi dan Autentifikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektrometri FTIR dan Kemometrik. *Agritech.* 34(1): 82–87.

Prasetyo, A., Nafsiati, R., Kholifah, S. N., dan Botianovi, A. 2012. Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang yang Mengalami Modifikasi Pori Dengan Uji SEM-EDS. *Jurnal SAINTIS.* 1(2): 39-46.

Rahmaniah, W. N., 2007, Penggunaan Kitosan Hasil produksi Dari Kulit Udang Untuk Sintesis Kitosan-Silika Mesopori MCM-48 Sebagai Biosorben Ion Logam Berat Cu, Skripsi tidak dipublikasikan, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.

Ramadhani, D. G., Fatimah, N. F., Sarjono, A. W., Setyoko, H., dan Nurhayati, N. D. 2017. Sintesis Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis pada Biodiesel Minyak Biji Ketapang. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia.* 2(1): 3.

Rodiansono., Irawan, C. dan Mujiyanti, D. R. (2009). Preparasi dan Karakterisasi Katalis Ni, Co ysng Diembankan pada Zeolit-ZCP-50 Menggunakan Metode Matrik Polimer. Jurnal Sains dan Terapan, 2(1), 1–13.

Rohmah, E. N., Maranata, S., Pius, D., dan Ghozali, M. 2016. Pra Sintesa *Comabilizer Abilizer* LLDPE-g-MA. *Jurnal TEKNIKA.* 12(1): 17-24.

Romanelli, L. and Evandri, M. G. 2018. Permitted Daily for Diisopropyl Ether as a Residual Solvent in Pharmaceuticals. *Toxicol, Res*. 34(2): 111–125.

Santi, D, dan Efiyanti, L. (2014). Hidrorengkah Minyak Laka Menggunakan Katalis NiO/Zeolit Alam Aktif dan NiOMoO/Zeolit Alam Aktif Menjadi Fraksi Berpotensi Energi. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 32(2), 93–102

Saputra, R. 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintesis sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. http://www.warmada.staff.ugm.ac.id/articles/rodhiezeolit. [3 maret 2013].

Saraswati, I. 2015. Zeolite-A Synthesis from Glass. *Jurnal Sains dan Matematika*. 23(4): 112-115.

Shamim, M., Aalam, C. S., Manivannan, D., and Kumar, S. 2017. Characterization on Gasoline Engine Using MTBE and DIE Additives. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 4(3):190–199.

Sidhpuria, K. B. B., Tyagi, R. V., and Jasra. 2011. ZrO_2-SiO_2 Mixed Oxides Xerogel and Aerogel as Solid Acid Catalysts for Solvent Free Isomerization of α pinene and Dehydration of 4-Methyl-2-Pentanol. *Catal Lett.* 141(2011): 1164–1170.

Slaughter, *et al.* 2014. Isopropanol Poisoning. *Article Clinical Toxicology.* 52(1): 470–378.

Sugiyanto, K.H. dan Suyanti, R.D. 2010. *Kimia Organik Logam*. Yogyakarta: Graha lmu.

Sumarni., Hindryawati, N., dan Alimuddin. 2018. Aktivasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Menggunakan NaOH. *Jurnal Atomik.* 3(2): 106–110.

Susanti, P., Ardiana, D., Gumelar, G., dan Bening, Y., 2012. Polaritas Pelarut Sebagai Pertimbangan Dalam Pemilihan Pelarut untuk Ekstraksi Minyak Beaktul dari Bekatul Varietas Ketan (*Oryza Sativa Glatinosa*). *Jurnal Simposium Nasional RAPI XI FT.* 1(2): 3.

Taylor, R. J., Dai, P. S. E., dan Knifton, J. F. 2000. Diisoprophyl Ether One Step Genaration from Acetone-Rich Feedstocks. *International Journal of Catalysis Letters.* 2(1): 1–5.

Toress, E. M., Sham, E., and Grange, P. 1992. Pillared Clays: Preparation and Characterization of Zirconium Pillared Monmorilonite. *Catalysis Today*. 15(3-4): 515–526.

Trisunaryanti, W. E., Triwahyuni, S., dan Sudiono. 2005. Preparasi, Modifikasi, dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *TEKNO*. 10 (4) ; 269–282.

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.

Zhang, F., Xie, Y., Lu, W., Wang, X., Xu, S., and Lei, X. 2010. Preparation of microspherical α-zirconium phosphate catalysts for conversion of fatty acid

methyl esters to monoethanolamides. *Journal ColloidInterface Sci*. 349: 571– 577.