

**SINTESIS ZIRKONIA TERSULFATASI DENGAN PROMOTOR  $\text{Ga}_2\text{O}_3$   
DAN APLIKASINYA PADA ESTERIFIKASI ASAM LAURAT**

**SKRIPSI**

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



**ZELYKA ANANDA PUTRI**

**08031381722101**

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

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SINTESIS ZIRKONIA TERSULFATASI DENGAN PROMOTOR  $Ga_2O_3$   
DAN APLIKASINYA PADA ESTERIFIKASI ASAM LAURAT**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**ZELYKA ANANDA PUTRI**

**08031381722101**


Indralaya, 27 Juli 2021

**Pembimbing I**



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

**Pembimbing II**



**Dr. Desnelli, M.Si**  
**NIP. 196912251997022001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D**

**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Sintesis Zirkonia Tersulfatasi Dengan Promotor  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  Dan Aplikasinya Pada Esterifikasi Asam Laurat” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 24 Juli 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 27 Juli 2021


### Ketua :

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

(  )

### Anggota :

2. **Dr. Desnelli. M.Si**  
NIP. 196912251997022001

(  )

3. **Dr. Muhammad Said, MT**  
NIP. 197407212001121001

(  )

4. **Dr. Miksusanti, M. Si.**  
NIP. 196807231992032003

(  )

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

(  )

Mengetahui,



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



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Zelyka Ananda Putri  
NIM : 08031381722101  
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, 27 Juli 2021

Penulis



Zelyka Ananda Putri

NIM. 08031381722101

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

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

Nama Mahasiswa : Zelyka Ananda Putri  
NIM : 08031381722101  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan,

Saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (non-exclusively royalty-free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Sintesis Zirkonia Tersulfatasi Dengan Promotor  $Ga_2O_3$  Dan Aplikasinya Pada Esterifikasi Asam Laurat”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Indralaya, 27 Juli 2021

Penulis,



Zelyka Ananda Putri

NIM. 08031381722101

# **SYNTHESIS OF SULFATED ZIRCONIA WITH THE Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PROMOTER AND ITS APPLICATIONS IN LAURIC ACID ESTERIFICATION**

Zelyka Ananda Putri : Adviser by Dr. Addy Rachmat, S.Si, M.Si  
and Dr. Desnelli, M. Si.

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

Xi + 77 pages, 4 tables, 9 pictures, 8 appendixes.

## **SUMMARY**

Sulfated zirconia is a potential heterogeneous acid catalyst in the development of environmentally friendly catalysts. Gallium increase Brønsted acidity when used as a promoter in sulfated zirconia catalysts. In this study, sulfated zirconia catalysts were made with and without a gallium promoter and applied on esterification of lauric acid to produce Fatty Acid Metil Ester. The material were characterized by XRD and SEM-EDS and acidity test by gravimetric method. The synthesized catalyst was then applied in the lauric acid esterification reaction. The results of lauric acid esterification were characterized by GC-MS. Based on the XRD characterization results, SZ catalysts were at angles of 28.10° and 31.41°, the phase obtained was in the form of monoclinic, while the peaks of sulfated zirconia catalysts with Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Ga/SZ) promoter ranged from 30.21° to 50.55° more catalytically active tetragonal. The surface morphology of the SZ and Ga/SZ catalysts showed agglomerasi on the surface of the catalyst but the size was uneven and irregular. This is not only indicated the particle size varied in the catalyst the presence of agglomeration after calcination on the catalyst. Therefore, analysis was carried out using the gravimetric method by calculating the amount of ammonia absorbed, the results showed an increase in the total acidity for the Ga/SZ catalyst. Ga/SZ-10 catalyst has the highest acidity of  $1,867 \times 10^{-3} \text{ mol g}^{-1}$  among other catalyst. The results of the GC-MS esterification reaction of lauric acid with SZ and Ga/SZ-2 catalysts did not form methyl laurate, with Ga/SZ-5 catalyst produced methyl laurate with a percent area of 31.02% and Ga/SZ-10 catalyst with percent area 30.42%. Ga/SZ-10 catalyst has the highest yield of 3,74% among other catalyst

Keywords: Sulfated Zirconia, Gallium, Esterification, Lauric Acid, Methyl Lauric.

## **SINTESIS ZIRKONIA TERSULFATASI DENGAN PROMOTOR Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> DAN APLIKASINYA PADA ESTERIFIKASI ASAM LAURAT**

Zelyka Ananda Putri : Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, S.Si, M.Si  
dan Dr. Desnelli, M. Si.

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

Xi + 77 halaman, 4 tabel, 9 gambar, 8 lampiran.

### **RINGKASAN**

Zirkonia tersulfatasi merupakan katalis asam heterogen yang potensial dalam pengembangan katalis ramah lingkungan. Untuk menambah keasaman katalis, ditambahkan promotor gallium kemudian diaplikasikan pada reaksi esterifikasi. Pada penelitian ini dibuat katalis zirkonia tersulfatasi dengan dan tanpa promotor gallium. Hasil sintesis dikarakterisasi dengan XRD dan SEM-EDS serta uji keasaman dengan metode gravimetri. Katalis yang telah disintesis kemudian diaplikasikan dalam reaksi esterifikasi asam laurat. Hasil esterifikasi asam laurat dikarakterisasi dengan GC-MS. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD katalis SZ berada pada sudut 28,10° dan 31,41° fase yang didapat berupa monoklinik, sedangkan katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Ga/SZ) puncak berkisar pada sudut 30,21° sampai 50,55° dimana fase ini berupa tetragonal yang lebih aktif katalitik. Morfologi permukaan dari katalis SZ dan Ga/SZ terlihat adanya gumpalan pada permukaan katalis akan tetapi ukurannya tidak merata dan tidak beraturan hal ini mengindikasikan ukuran partikel katalis masih beragam pada katalis serta adanya aglomerasi setelah dilakukan kalsinasi pada katalis. Analisis keasaman dilakukan dengan metode gravimetri dengan menghitung jumlah ammonia yang terserap, hasil analisis menunjukkan peningkatan jumlah keasaman total untuk katalis Ga/SZ, katalis Ga/SZ-10 memiliki keasaman  $1,867 \times 10^{-3} \text{ mol g}^{-1}$  yang paling besar diantara katalis lainnya. Reaksi esterifikasi asam laurat menghasilkan metil laurat dengan menggunakan katalis Ga/SZ-5 dan Ga/SZ-10 telah berhasil disintesis, sedangkan sintesis dengan menggunakan katalis SZ dan Ga/SZ-2 tidak berhasil. Konsentrasi katalis terbaik ditunjukkan pada katalis Ga/SZ-10 yang memiliki *yield* terbesar diantara katalis lainnya yaitu 3,74%.

Kata Kunci : Zirkonia tersulfatasi, Gallium, Esterifikasi, Asam laurat, Metil laurat

## HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Jangan bilang ga bisa sebelum dicoba!”

“apa yang menjadi milikku pasti akan tetap sampai kepadaku”

‘tidak apa apa berjalan dengan lambat, asal tidak berhenti ‘

“kamu tidak sendiri, ada kaca bersamamu”

“walaupun dunia dan seisinya membencimu, tidak apa apa buktinya kamu tetap lulus”

“ tidak usah mendengarkan omongan orang, dengarkan saja kata hati”

“ayok cari duit biar biso tinggal dikost pakai ac”

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :

- Allah subhanhu Ta’ala
- Nabi Muhammad shallallahu,alaihi Wa Sallam

Dan kupersembahkan kepada :

- Ibu bapak, adek dan nyai
- Dosen pembimbingku
- Pacar tercintaku
- Sahabatku
- Musuhku
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah subhanahu wa ta'ala, kita memujinya dan memohon pertolongan serta ampunan hanya kepada-Nya, hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: "Sintesis zirkonia tersulfatasi dengan promotor  $Ga_2O_3$  dan aplikasinya pada esterifikasi asam laurat". Skripsi ini dibuar sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si dan ibu Dr Desnelli, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis hingga akhirnya tiba masanya skripsi ini selesai ditulis.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allahu Subhannahu Wa ta'ala dan Nabi Muhammad shallahu'alaihi Wa salam atas segala rahmat dan ridho-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Ibu yang senantiasa mendoakan dan mendengarkan keluh kesah anaknya hingga saya bisa melalui kerasnya masa perkuliahan.
3. Bapak yang memberikan kebutuhan hidup selama kuliah sehingga saya bisa menjalani hidup dikuliah dengan nikmat.
4. Adek gusti dan suci serta nyai, sehat terus kalian biar aku bisa membahagiakan kalian.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si yang selalu membimbing, memberikan motivasi dengan sabar sehingga saya kuat dan semangat mengerjakan skripsi, terimakasih pak semoga Allah membalas semua kebaikan bapak
6. Ibu Dr. Desnelli, M.Si yang selalu memberikan saya masukan selama proses skripsi, terimakasih bu semoga Allah membalas semua kebaikan ibu.
7. Ibu Dr. miksusanti, M.Si, ibu Nova Yuliasari, M.Si dan Dr. Muhammad Said, M.T selaku pembahas dan penguji sidang sarjana, atas masukan selama penyusunan skripsi

8. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik.
9. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah
10. Analis Laboratorium Kimia FMIPA (Yuk Niar, Yuk Nur dan Yuk Yanti).
11. Admin jurusan Kimia (Mbak Novi dan Kak Cosiin) yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan administrasi selama kuliah.
12. Alvin febriansyah Saragih sebagai adik, sahabat dan pacar yang selalu menemani aku selama menjalani skripsi ini, makasih vin sudah sabar menemaniku, sabar mendengar keluh kesahku dan sabar menghadapiku, semoga allah membalas semua kebaikanmu, dan semangat menjalani tugas akhir vin, aku selalu sabar menemanimu <3.
13. Dian dwita dan arcella la juni makasih sudah mau menjadi teman selama perkuliahan, semoga pertemanan tidak sehat ini masih tetap berlanjut sampai kapanpun. Untuk dian semangat skripsian yan, aku tau kau pasti bisa jadi jangan pernah nyerah. Untuk arcel izinkan aku mencicipi gajimu sel, semangat kerja sel. Sukses selalu buat kalian berdua
14. Rahmawati yang akhir akhir ini menjadi temanku, makasih ma sudah menampungku dikostan walaupun aku sering menghancurkan kostan mu. Ma sukses terus yo biar kita bisa main keliling korea
15. Renny mutiara walaupun kita tidak dekat tapi terimakasih sudah memberikan aku makan, sehat terus ren biar kita bisa berteman lama lama.
16. Alfian wijaya makasih ya fan sudah menjadi teman curhatku, setiap langkahmu aku selalu mendoakanmu. Semoga sukses fan tetap menjadi manusia yang baik hati
17. Yuk selin makasih yuk lah baik sama aku, sering memberi aku makan dan mendengarkan curhatku, yuk walaupun kita jauh tapi aku sayang ayuk. Sehat dan sukses terus yuk
18. Nadia dan sarah teman sekostan yang diusir pakde, makasih ya sudah baik dan mau menjadi teman sekostan aku, sukses terus dan semoga kita bisa kaya bareng

19. Sasmita dan indi, teman ku diawal perkuliahan semoga kalian sehat dan sukses ya. Mita jangan bucin nian, indi jangan bucin juga, cukup aku saja yang bucin
20. Kiki teman dekat selama maba tetapi menjadi musuh ketika TA, ki walaupun kita tidak akur tapi aku menyayangimu, semoga langkahmu dipermudah Tuhan
21. Kepada teman teman yang menjadi musuh ketika TA, jujur aku tidak tahu salahku dimana, tapi akhirnya aku selesai skripsi karena kalian yang memotivasi aku. Terimakasih semoga allah membalas perbuatan kalian
22. Kak nita dan hani, makasih sudah menjadi teman selama aku dibedeng hatu. Semoga allah melancarkan semua urusan kalian aamiin
23. Lely amalia dan afriagita aku mencintai kalian, lelyy makasih sudah menampung aku ketika aku kelaparan, gigi makasih sudah menjadi teman aku gi.
24. Kepada maria ulfa, afrillia eka, siti semangat kuliah dek semoga allah mempermudah urusan kalian
25. Ramdan, apresi, pingki, wan makasih sudah baik selama kuliah dan semoga allah mempermudah urusan kalian
26. Siti azizah dan rizna aprilia adik tersayang semangat kulaih dek, semoga allah mempermudah jalan kalian

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Katalis .....	4
2.2 Zirkonia Tersulfatasi .....	6
2.3 Promotor Gallium Oksida .....	6
2.4 Asam Laurat .....	7
2.5 Reaksi Esterifikasi .....	8
2.6 Karakterisasi.....	9
2.6.1 X-Ray Diffraction (XRD) .....	9
2.6.2 Keasaman Padatan .....	11
2.6.3 <i>Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC- MS)</i> .....	12
2.6.4 <i>Scanning Electron Microscopy- - Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)</i> .....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15

3.2.1	Alat.....	15
3.2.2	Bahan .....	15
3.3	Prosedur Penelitian .....	15
3.3.1	Sintesis Zirkonia Mesopori Tersulfatasi (SO <sub>4</sub> /ZrO <sub>2</sub> -M).....	15
3.3.2	Sintesis Katalis Zirkonia Tersulfatasi Dengan Promotor Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16
3.3.3	Uji Keasaman .....	16
3.3.4	Esterifikasi Asam Laurat Dengan Katalis Zirkonia Tersulfatasi Dengan Dan Tanpa Promotor .....	17
3.4.	Analisis Data .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>16</b>
4.1	Preparasi Katalis ZrO <sub>2</sub> Tersulfatasi Dengan Dan Tanpa Promotor Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18
4.2	Hasil Karakterisasi Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	18
4.3	Karakterisasi Katalis ZrO <sub>2</sub> Tersulfatasi Dengan Dan Tanpa Promotor Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Menggunakan SEM-EDS .....	19
4.4	Analisis Keasaman Katalis ZrO <sub>2</sub> Tersulfatasi Dengan Dan Tanpa Promotor Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	21
4.5	Hasil Esterifikasi Asam Laurat Dengan Katalis ZrO <sub>2</sub> Tersulfatasi Dengan Dan Tanpa Promotor Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>26</b>
5.1	Kesimpulan .....	26
5.2	Saran .....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>27</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>31</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram reaksi tanpa dan dengan katalis .....	5
Gambar 2. Difraksi sinar X pada bidang kristal .....	10
Gambar 3. Difraksi sinar X (1) Zirkonia tersulfatasi (2) Zirkonia tersulfatasi promotor Gallium (3) Zirkonia tersulfatasi promotor Alluminium (M) monoklinik dan (T) tetragonal .....	11
Gambar 4. Alat <i>Gas Sorption Analyzer</i> .....	12
Gambar 5. (A) endapan hidroksida dan (B) padatan serbuk putih yang mengkristal .....	13
Gambar 6. Difraktogram katalis $SO_4/ZrO_2$ dan Ga/SZ-(2, 5, 10) .....	18
Gambar 7. Morfologi permukaan dari katalis $SO_4/ZrO_2$ dan Ga/SZ-(2, 5, 10)....	19
Gambar 8. Reaksi esterifikasi asam laurat .....	22
Gambar 9. Hasil Esterifikasi $SO_4/ZrO_2$ dan Ga/SZ-(2, 5, 10).....	22

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Data EDS dari katalis $\text{SO}_4/\text{ZrO}_2$ dan $\text{Ga}/\text{SZ}$ - (2, 5, 10). .....	22
Tabel 2.	Analisis keasaman $\text{SO}_4/\text{ZrO}_2$ dan $\text{Ga-SO}_4/\text{ZrO}_2$ (2, 5, 10)... ..	23
Tabel 3.	Kandungan metil laurat dan asam laurat hasil analisis GC-MS .....	25
Tabel 4.	Yield dan konversi metil laurat dan asam laurat dari katalis $\text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{SO}_4/\text{ZrO}_2$ dan $\text{Ga-SO}_4/\text{ZrO}_2$ (2, 5, 10) .....	26

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Minyak kelapa sawit sangat berpotensi untuk menjadi sumber energi menggantikan bahan bakar fosil. Minyak inti sawit mengandung asam laurat sekitar 50%. Kandungan asam laurat yang tinggi dalam minyak inti kelapa sawit sangat berpotensi digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel (*Fatty Acid Methyl Ester* atau FAME) untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari fosil (Hasibuan et al., 2016).

Biodiesel (metil ester) dapat disintesis melalui reaksi esterifikasi dengan mereaksikan asam lemak dan alkohol menggunakan katalis asam. Katalis asam yang digunakan adalah katalis asam yang selain berfungsi sebagai mempercepat reaksi juga berfungsi sebagai penarik air. Hal ini disebabkan karena reaksi esterifikasi adalah reaksi kesetimbangan yang dapat menghasilkan air. Tanpa adanya katalis, konversi produk yang dihasilkan bisa mencapai maksimum tetapi reaksi berjalan lambat (Arfah et al., 2015).

Katalis asam maupun basa dapat berupa homogen atau heterogen. Sebagian besar produksi biodiesel seluruh dunia sudah meninggalkan katalis homogen yang bersifat korosif juga tidak dapat digunakan kembali dan menghasilkan limbah yang perlu dinetralkan. Katalis heterogen memiliki banyak keuntungan diantaranya mudah dipisahkan dari produknya karena memiliki fasa yang berbeda, mudah diregenerasi, dapat digunakan kembali, tidak menghasilkan sabun jika bereaksi dengan FFA (*Free Fatty Acid*), lebih ramah lingkungan, lebih murah, dan tidak bersifat korosif (Sisca, 2018). Sebagai contoh katalis heterogen halloysite yang digunakan didalam reaksi esterifikasi asam laurat memberikan hasil konversi ester yang begitu tinggi sebesar 94,97% dimana katalis heterogen halloysite juga memiliki aktivitas katalitik potensial yang lebih tinggi dan dapat digunakan berulang kali untuk reaksi esterifikasi (Zatta et al., 2011).

Zirkonia ( $ZrO_2$ ) merupakan salah satu kekayaan mineral yang dimiliki oleh Indonesia. Aplikasi zirkonia sangat luas baik dalam bidang industri maupun medis,



misalnya SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*), keramik, biomaterial maupun katalis. Zirkonia dapat dimodifikasi dengan asam sulfat membentuk katalisator dengan sifat keasaman tinggi yang disebut sebagai zirkonia tersulfatasi. Zirkonia tersulfatasi adalah katalis asam heterogen yang potensial dalam pengembangan katalis ramah lingkungan (Amma et al., 2018). Katalis zirkonia tersulfatasi dilaporkan memiliki kinerja yang baik serta aktivitas katalitik katalis yang tinggi dibanding katalis lain dalam reaksi transesterifikasi akan tetapi zirkonia tersulfatasi memiliki kelemahan jika digunakan dalam reaksi dengan medium air dapat mengalami pelepasan gugus sulfat sehingga menurunkan keasaman dan aktivitas katalitiknya (Berrones et al., 2014).

Gallium merupakan bahan yang paling baik untuk dijadikan sebagai promotor dikarenakan gallium mempunyai beberapa keuntungan, yaitu atom gallium mempunyai jejari yang hampir sama dengan zinc sehingga hanya menyebabkan deformasi ke kisi yang kecil meskipun konsentrasi gallium tinggi. Atom gallium memiliki konduktivitas yang lebih baik dibandingkan aluminium (Marwoto & Wibowo, 2015). Menurut penelitian (Chen et al., 2006) penambahan promotor Ga dapat memberikan keasaman Bronsted yang lebih tinggi dibanding promotor Al untuk sampel katalis zirkonia tersulfatasi, sehingga katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor gallium dapat digunakan untuk reaksi esterifikasi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis dan karakterisasi katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor gallium oksida ( $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ) dan aplikasinya pada reaksi esterifikasi asam laurat. Katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor gallium oksida dikarakterisasi dengan menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS). Reaksi esterifikasi asam laurat dengan menggunakan katalis tersebut dilakukan dengan variasi konsentrasi katalis dan hasil esterifikasi asam laurat dianalisis dengan menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS).

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ .
2. Bagaimana uji aktivitas katalitik berdasarkan konsentrasi zirkonia tersulfatasi dengan promotor  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  terhadap reaksi esterifikasi asam laurat.
3. Apa variasi konsentrasi katalis terbaik dalam esterifikasi asam laurat berdasarkan jumlah FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) yang diperoleh.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan sintesis dan karakterisasi katalis zirkonia tersulfatasi dengan promotor  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ .
2. Mempelajari uji aktivitas katalitik zirkonia tersulfatasi dengan promotor  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  terhadap reaksi esterifikasi asam laurat.
3. Menentukan variasi konsentrasi katalis terbaik dalam esterifikasi asam laurat berdasarkan jumlah FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) yang diperoleh.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam proses produksi biodiesel dari asam laurat menggunakan katalis padatan yang bersifat *reusable* dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Andi Wibowo, Putut Marwoto, S. (2013). Analisis Struktur Dan Sifat Optik Film Tipis Galium Oksida Doping Seng Oksida Yang Dideposisikan Menggunakan Metode Dc Magnetron Sputtering. *Unnes Physics Journal*, 2(2), 18–23.
- Ailin, A., Yarangga, C., Agus, D., & Harjanto. (2017). Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan Sem/Edx pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama , Provinsi Papua. *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017,"* 185–191.
- Amin, S. (2015). Analisis Minyak Atsiri Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* Linn.) Menggunakan Kromatografu Gas Spektrometri Massa. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 11(1), 37.
- Amma, A., Mahatmanti, F. W., & Widiarti, N. (2018a). Perbedaan Aktivitas Katalitik S-ZrO<sub>2</sub> , S-ZA, dan S-ZrO<sub>2</sub> /ZA dalam Reaksi esterifikasi Minyak Jelantah. *Indonesian Journal of Chemical Science Esterifikasi Minyak Jelantah*. 7(3), 264–266.
- Arbianti, R., Utami, T. S., & N., A. (2010). Isolasi Metil Laurat Dari Minyak Kelapa Sebagai Bahan Baku Surfaktan Fatty Alcohol Sulfate (Fas). *MAKARA of Technology Series*, 12(2), 61–64. <https://doi.org/10.7454/mst.v12i2.508>
- Arfah, M., Mappiratu, & Rajak, A. (2015). Optimasi Reaksi Esterifikasi Asam Laurat dengan Metanol Menggunakan Katalis Asam Sulfat Pekat. *Jurnal Of Natural Science*, 4(1), 46–55.
- Arita, S., Dara, M. B., & Irawan, J. (2008). Pembuatan Metil Ester Asam Lemak Dari Cpo Off Grade Dengan Metode Esterifikasi-Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 34–43. <https://doi.org/52-150-1-PB>
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Rahman, A. (2012). Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(4), 511–515.
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2012). Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(3), 443–448.
- Badriyah, L., & Kadarwati, S. (2012). Pengaruh Temperatur pada Reaksi Hidrodenitrogenasi Piridin dengan Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 1(1).
- Berrones, R., Camas, K., Pérez, Y., Ramírez, E., Pérez, A., Eapen, D., & Sebastian, P. J. (2014). Synthesis and performance of sulfated zirconia catalyst in esterification of oleic acid. *Journal of New Materials for Electrochemical Systems*, 17(2), 99–104.
- Cao, C. J., Yu, X. Z., Chen, C. L., Xu, N. P., Wang, Y. R., & Mou, C. Y. (2004). Comparison of the promoting effects of gallium and aluminium on the n-

- butane isomerization activity of sulfated zirconia. *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, 83(1), 85–92.
- Chen, W. H., Ko, H. H., Sakthivel, A., Huang, S. J., Liu, S. H., Lo, A. Y., Tsai, T. C., & Liu, S. Bin. (2006). A Solid-State NMR, FT-IR And TPD Study On Acid Properties Of Sulfated And Metal-Promoted Zirconia: Influence Of Promoter And Sulfation Treatment. *Catalysis Today*, 116(2 SPEC. ISS.), 111–120.
- Firdaus, L. H., Wicaksono, A. R., & Widayat. (2013). Pembuatan katalis H-Zeolit dengan Impregnasi KI/KIO<sub>3</sub> dan Uji Kinerja Katalis untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(2), 148–154.
- Hasibuan, H. A., Rahmadi, H. Y., & Purba, R. (2016). Varietas Kelapa Sawit Dxp Komersial Di Ppks Composition Of Fatty Acid And Iod Number From Nine Oil Palm Dxp Commercial Planting Material In Iopri. *Jurnal Pendidikan Kelapa Sawit*, 2016, 24(1): 1-12, 24(1), 1–12.
- Hayati, R. (2009). Perbandingan Susunan Dan Kandungan Asam Lemak Kelapa Muda Dan Kelapa Tua (*Cocos Nucifera L.*) Dengan Metode Gas Kromatografi. *Jurnal Floratek* 4: 18 - 284(1), 18–28.
- Helwani, Z., Othman, M. R., Aziz, N., Kim, J., & Fernando, W. J. N. (2009). Solid Heterogeneous Catalysts For Transesterification Of Triglycerides With Methanol: A Review. *Applied Catalysis A: General*, 363(1–2), 1–10.
- Hwang, C. C., & Mou, C. Y. (2009). Comparison Of The Promotion Effects On Sulfated Mesoporous Zirconia Catalysts Achieved By Alumina And Gallium. *Applied Catalysis A: General*, 365(2), 173–179.
- Jaya, J. M., Yulistia, A., Hunga, M., Nikmah, S. S., Susanti, M. M., & Jaya, J. M. (2019). Sintesis Senyawa Etil Laurat Menggunakan Variasi Volume Katalis Asam Sulfat Pekat. *Jurnal Labora Medika*, 3(1), 1–9.
- Kadarwati, S., Susatyo, E. B., & Ekowati, D. (2010). Aktivitas Katalis CR/Zeolit Alam Pada Reaksi Konversi Minyak jelantah Menjadi Bahan Bakar. *Supriyanto : Pengaruh Pemberian Probiotik* 15 8(1), 9–16.
- Kasanah, U., & Cahyono, E. (2014). Pengaruh Struktur Alkohol Terhadap Produk Esterifikasi Asam Laurat Terkatalisis Zr<sup>4+</sup>-Zeolit Beta. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 3(1).
- Kurniasih, E. (2018). Penggunaan Katalis Heterogen Untuk Produksi Biodisel. *Jurnal Sains Dan Teknologi Reaksi*, 15(1), 30–34.
- Latupeirissa, J., Tanasale, M. F. J. D. P., & Dade, K. (2016). Carbon Characterization from Candlenut Shells (*Aleurites Moluccana (L) Willd*) with XRD. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 3(2), 324–328.
- Li, X., Zhong, H., Zhang, J., Duan, Y., Bai, H., Li, J., & Jiang, D. (2020). Dispersion And Properties Of Zirconia Suspensions For Stereolithography. *International Journal of Applied Ceramic Technology*, 17(1), 239–247.
- Mahreni, M. (2014). Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis

- Asam padat (Nafion/SiO<sub>2</sub>). *Eksergi*, 10(2), 52.
- Mara, A., Wijaya, K., Trisunaryati, W., & Mudasir. (2016). Effect Of Sulfuric Acid Concentration Of Bentonite And Calcination Time Of Pillared Bentonite. *AIP Conference Proceedings*, 1725(April 2016).
- Marwoto, P., & Wibowo, E. (2015). Variasi Suhu Deposisi Pada Struktur, Sifat Optik Dan Listrik Film Tipis Seng Oksida Dengan Doping Galium (Zn:Ga). *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 11(1), 93–99.
- Matheis F.J.D.P.Tanasale, I Wayan Sutapa, R. R. T. (2014). Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B oleh Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus*). *Ind. J. Chem. Res.*, 2014, 2, 116 - 121
- Piconi, C., & Maccauro, G. (1999). Zirconia As A Ceramic Biomaterial. *Biomaterial* 1 - 25 20, 1–25.
- Prasetyo, A., Nafsiati, R., Kholifah, S. N., & Botianovi, A. (2013). Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang Yang Mengalami Modifikasi Pori Dengan Uji Sem-Eds.
- Rahmawati, D. A., Intaningrum, D., & Istadi, I. (2013). Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Heterogen SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>- ZnO dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/ZnO dengan Metode Kopresipitasi dan Impregnasi untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Kedelai. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(4), 243–252.
- Rorong J, Henry A, F. P. (2008). Sintesis Metil Ester Asam Lemak Dari Minyak Kelapa Hasil Pemanasan. *Chemistry Progress*, 1(1), 9–18.
- Setyawan.P.H, D. (2009). Aktivitas Katalis Ni/zeolite Pada Konversi Katalitik Metil Ester Minyak Goreng Jelantah (MEWCO). Pada Temperatur 4500C menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar. *Jurnal Ilmu Dasar*, 8 (1):(1), 1-13.
- Sisca, V. (2018). Aplikasi Katalis Padat Dalam Produksi Biodiesel. *Jurnal Zarah*, 6(1), 30–38.
- Sri Novita , Iwantono, A. (2017). Karakterisasi Sifat Optik Dan Morfologi Nanorod ZnO Yang Didoping Galium (ZnO;Ga). *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia (KFI) Jurusan Fisika FMIPA Univ. Riau Pekanbaru, April*, 938–944.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimiyati, A. (2017). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 44.
- Supriyanto, S., Ismanto, I., & Suwito, N. (2019). Zeolit Alam Sebagai Katalis Pyrolisis Limbah Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair. *Automotive Experiences*, 2(1), 15–21.
- Tuminah, S. (2012). Efek Asam Lemak Jenuh Dan Asam Lemak Tak Jenuh “Trans” Terhadap Kesehatan. *Media of Health Research and Development*, 0(0).
- Utomo, M. P., & Laksono, E. W. (2007). Tinjauan Umum Tentang Deaktivasi Katalis Pada Reaksi Katalisis Heterogen. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 110–115.

- Wahyuni, M. S., Hastuti, E., & Fisika, J. (2012). Karakterisasi Cangkang Kerang Menggunakan Xrd Dan X Ray Physics Basic Unit. *Jurnal Neutrino*, 0(0), 32–43.
- Wang, C., Gui, X., & Yun, Z. (2014). Esterification of lauric and oleic acids with methanol over oxidized and sulfonated activated carbon catalyst. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 113(1), 211–223.
- Zatta, L., Gardolinski, J. E. F. da C., & Wypych, F. (2011). Raw halloysite as reusable heterogeneous catalyst for esterification of lauric acid. *Applied Clay Science*, 51(1–2), 165–169.