

MODIFIKASI SiO₂-Zr TERSULFIDASI PADA KONVERSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) MENJADI *BIOGASOLINE* DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING*

SKRIPSI

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



OLEH:

DHEATANTRY MELDINI

08031381924059

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

MODIFIKASI $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ TERSULFIDASI PADA KONVERSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) MENJADI *BIOGASOLINE* DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING*

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

DHEATANTRY MELDINI

08031381924059

Indralaya, 23 Februari 2023

**Mengetahui,
Pembimbing**



Dr. Hasanudin, M.Si.

NIP. 197205151997021003

Dekan FMIPA



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

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Dheatantry Meldini (08031381924059) dengan judul “Modifikasi SiO₂-Zr Tersulfidasi pada Konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi *Biogasoline* dan *Bioavtur* melalui Proses *Hydrocracking*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 20 Februari 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 23 Februari 2023

Ketua :

1. **Dr. Dedi Rohendi, MT.**

NIP. 196704191993031001



Sekretaris :

1. **Dr. Desnelli, M.Si.**

NIP. 196912251997022001



Pembimbing :

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

NIP. 197205151997021003



Penguji :

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

NIP. 197409282000121001



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

NIP. 196407291991022001



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 bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Dheatantry Meldini

NIM : 08031381924059

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, 23 Februari 2023

Penulis,



Dheatantry Meldini

NIM. 08031381924059

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Dheatantry Meldini

NIM : 08031381924059

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Modifikasi $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ Tersulfidasi pada Konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi *Biogasoline* dan *Bioavtur* melalui Proses *Hydrocracking*” dengan hak bebas royalty 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 23 Februari 2023

Penulis,



Dheatantry Meldini

NIM. 08031381924059

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain) dan hanya kepada tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Q.S Al-Insyirah: 6-8)

“When you are in doubt, Step forward, If you stop it's over”

~ Shoujotachi Yo ~



“Nothing is impossible to do, just nothing is easy”

~ Napoleon Bonaparte ~

“Don't compare the flight distance, but how and what you go through because that's one important thing”

~ 365 Nichi no Kamihikouki ~

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada :

-  Allah SWT
-  Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada :

- Orang tua dan adik-adikku yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungannya
- Seluruh keluarga besarku
- Dosen pembimbing sekaligus dosen PA ku
- Sahabat-sahabatku dan semua orang yang pernah terlibat dalam cerita perjalananku
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)
- Diriku sendiri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. yang maha pengasih lagi maha penyayang atas limpah rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modifikasi SiO₂-Zr Tersulfidasi pada Konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi *Biogasoline* dan *Bioavtur* melalui Proses *Hydrocracking*” tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat 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 tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, yaitu **Bapak Suparno** dan **Ibu Listiawati** sudah memberikan segala hal yang terbaik untuk anak-anaknya. Tidak hanya itu, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Dr. Hasanudin, M.Si.** selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., 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 Skripsi sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini, terimakasih telah memberikan banyak pelajaran berharga dan melatih kedisiplinan penulis selama proses penelitian berlangsung.

5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. dan Ibu Dr. Eliza, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
6. Seluruh dosen kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
7. Ibu Siti Nuraini, S.T., ibu Yuniar, S.T. M. Sc., dan ibu Hanida Yanti, A. Md. Selaku analis di laboratorium kimia yang selalu membantu dalam hal keperluan tugas akhir.
8. Bapak dan Ibu tercinta selaku orangtua yang selalu mendoakan dan senantiasa memberikan dukungan serta semangat sampai akhirnya bisa ke tahap ini dan adik-adikku (Dinda dan Demmian) yang selalu menjadi penyemangat dan penghibur dikala senang maupun 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 perkuliahan hingga tugas akhir.
10. Keluarga Besarku yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu mendoakan serta senantiasa memberikan dukungan, perhatian, dan semangat.
11. Sahabat-sahabatku D2S2MT (Selvi, Tri, Dinda, Siska, Muti) terimakasih telah menjadi bagian dalam cerita perjalanan selama masa perkuliahan yang selalu memberikan dukungan dan menemani serta menjadi tempat berkeluh kesah. Terimakasih atas kebersamaan dan kenangan yang kita ciptakan selama ini. Suatu saat kita akan menemukan jalan hidup yang baru dengan impian masing-masing. *Someday* mari kita bertemu lagi. *Thank you*, sampai dengan hari ini!
12. Rekan-rekan seperjuangan TA (Selvi, Muti, Andini, Azriel, Afghan) terimakasih untuk segala bentuk bantuan, dukungan, kebersamaan dan kerjasamanya yang kita ciptakan selama penelitian hingga saat ini. Kita telah melewati semua ini dengan banyak rintangan dan tantangan, hal inilah yang menjadikan diri kita sosok yang bersemangat dan bisa membuat kenangan indah. Semoga kita selalu diberi kemudahan dan sukses untuk kedepannya.

13. Sanjo *team* (Pak Dr. Zainal Fanani, M.Si., Kak Aini, Rahmad, Melanie, Rafly, kak Galuh, Iqbal, Aldho dan tim sanjo original) yang sudah menjadi bagian dalam cerita perjalanan penulis selama masa perkuliahan pada kegiatan diluar akademik dan memberikan pengalaman yang luar biasa.
14. Kakak-kakak tingkat Angkatan 2017 dan 2018 (Kak Aini, kak Bening, kak Lola, kak Lidya, kak Tiara, kak Galuh, kak Rahma, kak Jenniva, kak Maria, kak Rahmawati, bang Apresi dan bang Wan serta kating lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu) yang selalu memberikan bantuan dan dukungan selama diperkuliahan.
15. Rekan-rekan Inti KMOI pada masanya dan teman-teman KMOI 2019 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan. Terima kasih atas Kerjasama dan kebersamaannya selama perkuliahan. Senang mengenal kalian. Semangat dan sukses selalu buat kita!
16. Tim Kampus Mengajar 2 SMPN 2 Rantau Panjang (Selvi, Dinda, Kak Dina, kak Ima, kak Dyah, kak Ikhwan dan Sendi) yang telah menjadi bagian dari pengalaman luar biasa pada salah satu cerita perjalanan penulis selama perkuliahan. Terimakasih atas kerjasamanya dan semoga silaturahmi kita tetap terjalin.
17. Teman-teman angkatan 2019 kimia yang telah melewati kebersamaan, perjuangan dan kerjasama lebih kurang tiga tahun, senang dan terimakasih bisa mengenal orang-orang hebat seperti kalian, semoga sukses untuk kita!
18. Kak Rahma dan Kak Tiara (Kasuh) dan Yunika Mian (Desuh) Nim 059 Terimakasih telah memberikan bantuan dan dukungannya selama masa perkuliahan.
19. Adik-adik tingkat angkatan 2021 (Deviriana, Yunika, Savirna, Riyanti, serta yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu) terimakasih sudah ikut berperan dalam perjalanan masa kuliah penulis. Semangat terus kuliahnya semoga selalu dipermudah dan diperlancar.
20. Teman-teman satu PA (Nina, Rajesa, Muzandi) terimakasih banyak sudah mau berjuang bersama sampai di titik ini. Banyak cerita kita dari awal mula mau konsultasi dan dibingungkan dalam pemilihan konsentrasi tugas akhir. Semoga kedepannya kalian selalu dipermudah.

21. Teman-teman SMA (Putri, Yurva, Esti, Sri, Yayang, dan lainnya) terimakasih telah memberikan warna, hiburan, semangat, dukungan serta keceriaan. Sukses selalu buat kita!
22. Adik-adik KMOI 2020 dan 2021 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih sudah menjadi bagian dalam cerita perjalanan masa perkuliahan penulis. Semangat terus dan semoga selalu dipermudah serta diperlancar urusannya.
23. Ayuk dan kakak KMOI terimakasih telah memberikan banyak pengalaman, ilmu, kesempatan dan motivasi kepada penulis.
24. Kemendagri BEM KM UNSRI (Kak Apresi, mbak Vania, mbak Shafirah, kak Madyus dan lainnya) terimakasih atas pengalaman, ilmu, motivasi dan kebersamaan yang tercipta selama masa perkuliahan.
25. Teman-teman tim P2MW 2022 KMI Expo UPNV Jatim yang telah menjadi bagian dari cerita pengalaman luar biasa pada salah satu perjalanan penulis selama masa perkuliahan.
26. Semua pihak tertentu yang telah membantu dan terlibat baik secara langsung ataupun tidak sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.
27. Untuk diriku sendiri, terimakasih telah menjadi sosok yang kuat, berani, pantang menyerah. Ini merupakan permulaan, masih banyak yang perlu dilakukan. Jadilah pribadi yang lebih baik dan bahagiakan orang tua, adik-adik, serta orang-orang terdekat.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, Februari 2023

Penulis

SUMMARY

MODIFICATION OF SULFIDATED SiO₂-Zr IN THE CONVERSION OF CRUDE PALM OIL (CPO) TO BIOGASOLINE AND BIOAVTUR THROUGH THE HYDROCRACKING PROCESS

Dheatantry Meldini: Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si.

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

xvii + 60 pages + 10 pictures + 3 tables + 9 attachments

One of the Crude Palm Oil (CPO) conversion processes into fuels such as biogasoline and bioavtur can be developed through the hydrocracking process. This study aims to synthesize SiO₂-ZrS catalysts with EDTA varied as templating and chelating agent and to characterize them on crystallinity, acidity level and functional groups. The catalyst that has been made is then applied to the hydrocracking of CPO at a temperature of 500°C for 1 hour. Based on the results of the XRD analysis, the SiO₂-ZrS and SiO₂-ZrS KEDTA catalysts showed amorphous form characterized by a broad peak at an angle of 2θ around 21.1° and 21.8°. SiO₂-ZrS TEDTA catalyst produces a crystalline form where there is a sharp peak at an angle of 2θ around 21.9° (ICDD No.39-1425). The results of the acidity analysis showed that the SiO₂-ZrS catalyst adsorbed more ammonia and pyridine with a total acidity of 1.2106 mmol/g and 0.1836 mmol/g. FTIR characterization showed the presence of Lewis acid sites on the SiO₂-ZrS KEDTA catalyst at wave number 1446.37 cm⁻¹ and Bronsted acid sites at wave numbers 1636.66 cm⁻¹ on SiO₂-ZrS TEDTA catalysts. The results of the GC-MS analysis on hydrocracking product showed that the highest biogasoline selectivity was produced by the SiO₂-ZrS KEDTA catalyst of 17,59% and the highest bioavtur selectivity was 41,37% produced by the SiO₂-ZrS TEDTA catalyst. This shows that the structure of SiO₂-ZrS with the template and EDTA chelating methods gives effective results for biogasoline and bioavtur products. SiO₂-ZrS TEDTA catalyst produced the highest conversion of 92.29% which showed the highest performance in the CPO hydrocracking process.

Keywords : SiO₂-ZrS catalyst, SiO₂, EDTA, Crude Palm Oil (CPO),
hydrocracking, biogasoline, bioavtur

Citation : 46 (2003-2022)

RINGKASAN

MODIFIKASI SiO₂-Zr TERSULFIDASI PADA KONVERSI *CRUDE PALM OIL* (CPO) MENJADI *BIOGASOLINE* DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING*

Dheatantry Meldini: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si.

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

xvii + 60 halaman + 10 gambar + 3 tabel + 9 lampiran

Salah satu proses konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi bahan bakar seperti *biogasoline* dan *bioavtur* dapat dikembangkan melalui proses *hydrocracking*. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis katalis SiO₂-ZrS dengan variasi metode penambahan EDTA sebagai agen *template* dan khelat serta dilakukan karakterisasi untuk mengetahui kristalinitas, tingkat keasaman dan gugus fungsi. Katalis yang telah dibuat kemudian diaplikasikan pada *hydrocracking* CPO pada temperatur 500°C selama 1 jam. Berdasarkan hasil analisis XRD, katalis SiO₂-ZrS dan SiO₂-ZrS KEDTA menghasilkan bentuk amorf yang ditandai dengan adanya puncak yang melebar pada sudut 2θ sekitar 21,1° dan 21,8°. Katalis SiO₂-ZrS TEDTA menghasilkan bentuk kristalin dimana terdapat puncak yang tajam pada sudut 2θ sekitar 21,9° (ICDD No.39-1425). Hasil analisis keasaman menunjukkan katalis SiO₂-ZrS menyerap ammonia dan piridin lebih banyak dengan total keasaman 1,2106 mmol/g dan 0,1836 mmol/g. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya situs asam lewis pada katalis SiO₂-ZrS KEDTA pada bilangan gelombang 1446,37 cm⁻¹ dan situs asam bronsted pada bilangan gelombang 1636,66 cm⁻¹ pada katalis SiO₂-ZrS TEDTA. Hasil analisis GC-MS pada produk *hydrocracking* menunjukkan selektivitas *biogasoline* yang paling tinggi dihasilkan oleh katalis SiO₂-ZrS KEDTA sebesar 17,59% dan selektivitas *bioavtur* paling tinggi sebesar 41,37% dihasilkan oleh katalis SiO₂-ZrS TEDTA. Hal ini menunjukkan bahwa struktur pada SiO₂-ZrS dengan metode *template* dan khelat EDTA memberikan hasil yang efektif terhadap produk *biogasoline* dan *bioavtur*. Katalis SiO₂-ZrS TEDTA menghasilkan konversi tertinggi sebesar 92,29% yang menunjukkan kinerja tertinggi pada proses *hydrocracking* CPO.

Kata Kunci : Katalis SiO₂-ZrS, SiO₂, EDTA, *Crude Palm Oil* (CPO), *hydrocracking*, *biogasoline*, *bioavtur*

Sitasi : 46 (2003-2022)

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
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Sawit	4
2.2 Katalis	4
2.3 Silika (SiO ₂)	5
2.4 Zirkonia (ZrO ₂)	6
2.5 Zirkonium Tersulfidasi (ZrS)	7
2.6 <i>Hydrocracking</i>	7
2.7 EDTA (<i>ethylene diamine tetraacetic acid</i>)	8
2.8 <i>Biogasoline</i>	9
2.9 <i>Bioavtur</i>	10
2.10 Karakterisasi	11
2.10.1 <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	11

2.10.2 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan.....	13
3.3 Prosedur Kerja.....	13
3.3.1 Preparasi Silika (SiO ₂)	13
3.3.2 Preparasi SiO ₂ -ZrO ₂	14
3.3.3 Preparasi SiO ₂ -ZrO ₂ Metode <i>Template</i> EDTA.....	14
3.3.4 Preparasi SiO ₂ -ZrO ₂ Metode Khelat EDTA.....	15
3.3.5 Sintesis Katalis SiO ₂ -Zr Tersulfidasi.....	15
3.3.6 Konversi CPO menjadi Biofuel melalui Proses <i>Hydrocracking</i> ...	16
3.3.7 Karakterisasi.....	16
3.8 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Modifikasi Katalis SiO ₂ -ZrS, SiO ₂ -ZrS TEDTA dan SiO ₂ -ZrS KEDTA..	19
4.2 Hasil Karakterisasi Katalis menggunakan XRD	20
4.3 Analisis Keasaman Katalis menggunakan Ammonia dan Piridin.....	22
4.4 Hasil Karakterisasi Katalis menggunakan FTIR.....	23
4.5 Hasil Pengukuran melalui Proses <i>Hydrocracking</i> Katalis menggunakan GC-MS	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skema Alat Reaktor <i>Hydrocracking</i>	8
Gambar 2. Struktur Molekul EDTA	9
Gambar 3. Diagram Skema Sistem Difraktometer	11
Gambar 4. Ilustrasi Difraksi Sinar-X.....	12
Gambar 5. Proses Preparasi SiO ₂	19
Gambar 6. Proses Impregnasi Katalis.....	20
Gambar 7. Difraktogram XRD Katalis (a) SiO ₂ -ZrS, (b) SiO ₂ -ZrS TEDTA dan (c) SiO ₂ -ZrS KEDTA	20
Gambar 8. Spektra FTIR Katalis sebelum dan setelah Adsorpsi Piridin a) SiO ₂ - ZrS, b) SiO ₂ -ZrS TEDTA, c) SiO ₂ -ZrS KEDTA.....	23
Gambar 9. Kromatogram CPO Hasil Analisis GC-MS	25
Gambar 10. Kromatogram Katalis a) SiO ₂ -ZrS, b) SiO ₂ -ZrS TEDTA, c) SiO ₂ -ZrS KEDTA	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil analisis keasaman katalis dengan ammonia dan piridin.....	22
Tabel 2. Konversi dan Rendemen Produk dari <i>Hydrocracking</i> CPO pada berbagai Katalis	25
Tabel 3. Selektivitas Produk Biofuel dari <i>Hydrocracking</i> CPO pada berbagai Katalis	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Flowchart Prosedur Kerja	34
Lampiran 2. Perhitungan Hasil Analisis Keasaman pada Katalis dengan menggunakan Ammonia.....	39
Lampiran 3. Perhitungan Hasil Analisis Keasaman pada Katalis dengan menggunakan Piridin	40
Lampiran 4. Data Hasil Difraktogram GC-MS	41
Lampiran 5. Perhitungan Konversi, <i>Yield</i> dan Selektivitas dari Data GC-MS....	48
Lampiran 6. Data Karakterisasi dengan XRD dari Katalis SiO ₂ -ZrS, SiO ₂ -ZrS <i>template</i> EDTA dan SiO ₂ -ZrS khelat EDTA	52
Lampiran 7. Data Karakterisasi FTIR Katalis Sebelum Menyerap Piridin.....	54
Lampiran 8. Data Karakterisasi FTIR Katalis Sesudah Menyerap Piridin	57
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku dalam produksi *biofuel* telah lama dikembangkan di Indonesia. Kelapa sawit yang diolah menjadi *crude palm oil* (CPO) dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif karena dapat mengurangi emisi karbon dioksida yang menjadi kunci penyebab pemanasan global akibat pemakaian bahan bakar fosil secara terus-menerus. Selain itu, produksi kelapa sawit Indonesia yang sangat masif juga mendukung perkembangan kelapa sawit sebagai *biofuel* untuk memenuhi kebutuhan *green energy* yang berkelanjutan dan terbarukan (Oko dan Irmawati, 2018). Menurut Badan Pusat Statistik (2022), produksi kelapa sawit di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2020, produksi kelapa sawit di Indonesia mencapai 27,8 juta ton. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai produsen sawit terbesar di dunia.

Minyak sawit adalah minyak nabati yang paling disukai sebagai bahan baku untuk produksi *biofuel* dikarenakan memiliki kandungan hidrokarbon rantai panjang yang tinggi (Istadi *et al.*, 2021). Salah satu proses perengkahan *crude palm oil* (CPO) menjadi bahan bakar nabati seperti *biogasoline* untuk menurunkan hidrokarbon yang dikembangkan ialah proses *hydrocracking*. Proses *hydrocracking* dapat mengubah minyak nabati menjadi *biofuel* dengan hasil produk yang tinggi dan kandungan oksigen yang rendah (Istadi *et al.*, 2021). Jenis teknologi yang ramah lingkungan dan berkontribusi efektif untuk pembangunan berkelanjutan adalah konversi sumber daya biomassa, seperti konversi minyak nabati menggunakan *hydrocracking*. Proses *hydrocracking* diharapkan dapat menghasilkan produk turunan yang setara dengan pengolahan minyak bumi, yaitu fraksi bensin yang lebih tinggi (Wijaya *et al.*, 2021).

Proses *hydrocracking* dapat dikontrol melalui katalis yang sesuai dengan kondisi reaksi dimana salah satu katalis yang bisa digunakan yaitu berupa katalis silika (Berrones *et al.*, 2014). Silika (SiO_2) diketahui dapat dijadikan sebagai katalis heterogen dalam banyak reaksi kimia. Silika adalah bahan yang stabil secara kimia dan termal dengan ukuran pori yang seragam, distribusi pori, luas permukaan yang tinggi dan kapasitas adsorpsi yang tinggi pula. Silika dapat digunakan sebagai

pendukung katalis yang baik dikarenakan memiliki sifat kelembaman, multifungsi, dan stabil di hampir semua pelarut serta selektivitas katalitik yang tinggi (Shinde *et al.*, 2021).

Baru-baru ini modifikasi dengan bahan pengkelat menarik perhatian dikarenakan dapat meningkatkan adsorpsi logam. EDTA (*ethylene diamine tetraacetic acid*) adalah salah satu agen pengkelat yang dapat digunakan untuk membentuk fasa kimia baru antara EDTA dan material pendukung. Penggunaan agen pengkelat untuk memodifikasi penyangga seperti EDTA dapat meningkatkan dispersi sehingga meningkatkan aktivitas dan selektivitas katalis. Selain sebagai agen pengkelat, EDTA juga dapat digunakan sebagai *template* dimana pori akan terbentuk saat proses sintesis katalis (Alayat *et al.*, 2018). Katalis silika dapat dilakukan modifikasi dengan beberapa jenis logam yang biasa digunakan seperti logam nikel, kobalt dan zirkonium. Penelitian ini menggunakan logam zirkonium karena logam tersebut memiliki sifat asam, stabilitas termal dan mudah dalam modifikasi sehingga dapat dijadikan katalis untuk konversi CPO (Wijaya *et al.*, 2022). Katalis tersebut juga dapat dimodifikasi dengan menggunakan asam sulfat membentuk katalisator yang memiliki sifat keasaman tinggi seperti zirkonium sulfat (Saravanan *et al.*, 2014).

Zirkonia (ZrO_2) termasuk salah satu dari banyak kekayaan mineral yang ada di Indonesia. Zirkonia (ZrO_2) sangat banyak diaplikasikan baik di dalam bidang medis maupun industri dimana salah satunya dapat dijadikan sebagai katalis. Katalis tersebut dapat dimodifikasi dengan menggunakan asam sulfat membentuk logam zirkonia tersulfatasi yang kemudian di hidrogenasi menjadi sulfida dan digunakan dalam berbagai reaksi *hydrotreating* dengan sifat keasaman yang tinggi (Saravanan *et al.*, 2014). Sulfida logam adalah katalis yang efektif untuk serangkaian reaksi kimia termasuk proses industri. Kombinasi berbagai sulfida logam transisi dapat memberikan katalis yang efektif untuk evolusi hidrogen fotokimia (Balischewski *et al.*, 2021). Sulfida logam transisi termasuk katalis heterogen yang digunakan dalam proses industri yang terkait dengan peningkatan dan pembersihan bahan bakar kendaraan transportasi (Berhault, 2016).

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan tersebut, maka melalui penelitian ini dilakukan sintesis katalis SiO_2 -ZrS dengan variasi metode

penambahan EDTA sebagai agen *template* dan khelat untuk mengetahui selektivitas dan aktivitas katalitiknya melalui reaksi *hydrocracking* CPO menghasilkan *biogasoline* dan *bioavtur*. Katalis ini dilakukan karakterisasi untuk mengetahui kristalinitas, tingkat keasaman dan gugus fungsi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, terdapat beberapa permasalahan dalam penelitian ini, yaitu bagaimana pengaruh variasi metode penambahan EDTA terhadap karakteristik katalis $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$ dan aplikasinya pada konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi *biogasoline* dan *bioavtur* pada proses *hydrocracking* serta bagaimana selektivitas dan aktivitas katalitiknya.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis katalis $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$ dengan variasi metode penambahan EDTA sebagai agen *template* dan khelat serta melakukan karakterisasi menggunakan instrumen *X-ray Diffraction* (XRD), uji keasaman dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) serta analisis GC-MS untuk mengetahui selektivitas dan aktivitas katalitiknya.
2. Mengaplikasikan katalis $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$, $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$ metode *template* EDTA dan $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$ metode khelat EDTA pada konversi CPO menjadi *biogasoline* dan *bioavtur* dengan proses *hydrocracking*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penggunaan logam zirkonium dengan variasi metode penambahan EDTA sebagai agen *template* dan khelat terhadap katalis $\text{SiO}_2\text{-ZrS}$ dan diharapkan dapat membantu memberikan informasi lebih lanjut mengenai pengaplikasian katalis $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ tersulfidasi terhadap konversi *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi *biogasoline* dan *bioavtur* melalui *hydrocracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adli, M. Z., Sari, Y. W., & Irzaman. (2018). Extraction Silicon Dioxide (SiO₂) from Charcoal of Baggase (*Saccharum officinarum* L). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 187(1).
- Ahmad, M., Farhana, R., Raman, A. A. A., & Bhargava, S. K. (2016). Synthesis and activity evaluation of heterometallic nano oxides integrated ZSM-5 catalysts for palm oil cracking to produce biogasoline. *Energy Conversion and Management*, 119, 352–360.
- Alayat, A. M., Echeverria, E., Mclroy, D. N., & McDonald, A. G. (2018). Characterization and catalytic behavior of EDTA modified silica nanosprings (NS)-supported cobalt catalyst for Fischer-Tropsch CO-hydrogenation. *Ranliao Huaxue Xuebao/Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 46(8), 957–966.
- Arjek, O. C. H., & Fatimah, I. (2017). Modifikasi Zeolit Dengan Tembaga (Cu) Dan Uji Sifat Katalitiknya Pada Reaksi Esterifikasi. *Chemical*, 3(1), 20–27.
- Badoga, S., Sharma, R. V., Dalai, A. K., & Adjaye, J. (2014). Hydrotreating of heavy gas oil on mesoporous zirconia supported NiMo catalyst with EDTA. *Fuel*, 128, 30–38.
- Balischewski, C., Choi, H. S., Behrens, K., Beqiraj, A., Körzdörfer, T., Geßner, A., Wedel, A., & Taubert, A. (2021). Metal Sulfide Nanoparticle Synthesis with Ionic Liquids - State of the Art and Future Perspectives. *ChemistryOpen*, 10(2), 272–295.
- Berhault, G. (2016). Metal Sulfides: Novel Synthesis Methods and Recent Developments. In *New Materials for Catalytic Applications*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63587-7.00010-X>
- 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.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299.
- Cecilia, J. A., Tost, R. M., & Millán, M. R. (2019). Mesoporous materials: From synthesis to applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13), 20–23.
- Dang, V. Q., & Al-Ali, K. (2020). The synthesis and investigation of the reversible conversion of layered ZrS₂ and ZrS₃. *New Journal of Chemistry*, 44(18), 7583–7590.
- Dianto, F., Efendi, D., & Wachjar, A. (2017). Pengelolaan Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pelantaran Agro Estate, Kota Waringin Timur, Kalimantan Tengah. *Buletin Agrohorti*, 5(3), 410–417.

- Eller, Z., Varga, Z., & Hancsók, J. (2016). Advanced production process of jet fuel components from technical grade coconut oil with special hydrocracking. *Fuel*, *182*, 713–720.
- Ezzeddine, Z., Batonneau-Gener, I., Pouilloux, Y., Hamad, H., Saad, Z., & Kazpard, V. (2015). Divalent heavy metals adsorption onto different types of EDTA-modified mesoporous materials: Effectiveness and complexation rate. *Microporous and Mesoporous Materials*, *212*, 125–136.
- Farhat, A. (2017). The high-temperature singlet spectrum of zirconium sulfide. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, *468*(4), 4273–4284.
- Gurdeep Singh, H. K., Yusup, S., Quitain, A. T., Abdullah, B., Ameen, M., Sasaki, M., Kida, T., & Cheah, K. W. (2020). Biogasoline production from linoleic acid via catalytic cracking over nickel and copper-doped ZSM-5 catalysts. *Environmental Research*, *186*, 109616.
- Haryani, N., Harahap, H., Taslim, & Irvan. (2020). Biogasoline production via catalytic cracking process using zeolite and zeolite catalyst modified with metals: A review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *801*(1).
- Hasanudin, H., Asri, W. R., Fanani, Z., Adisti, S. J., Hadiah, F., Maryana, R., Al Muttaqii, M., Zhu, Z., & Machado, N. T. (2022). Facile Fabrication of SiO₂/Zr Assisted with EDTA Complexed-Impregnation and Templated Methods for Crude Palm Oil to Biofuels Conversion via Catalytic Hydrocracking. *Catalysts*, *12*(12), 1522.
- Hashem, A. M., Abdel-Ghany, A. E., Abuzeid, H. M., El-Tawil, R. S., Indris, S., Ehrenberg, H., Mauger, A., & Julien, C. M. (2018). EDTA as chelating agent for sol-gel synthesis of spinel LiMn₂O₄ cathode material for lithium batteries. *Journal of Alloys and Compounds*, *737*, 758–766.
- Helwani, Z., Zahrina, I., Tanius, N., Fitri, D. A., Tantino, P., Muslem, M., Othman, M. R., & Idroes, R. (2021). Polyunsaturated fatty acid fractionation from crude palm oil (CPO). *Processes*, *9*(12).
- Istadi, I., Riyanto, T., Buchori, L., Anggoro, D. D., Pakpahan, A. W. S., & Pakpahan, A. J. (2021). Biofuels production from catalytic cracking of palm oil using modified by zeolite catalysts over a continuous fixed bed catalytic reactor. *International Journal of Renewable Energy Development*, *10*(1), 149–156.
- Kristianingrum, S., Siswani, E. D., & Suyanta. (2016). Modifikasi Abu Vulkanik Kelud 2014 sebagai Bahan Adsorben Selektif Ion Logam Tembaga (II). *Jurnal Sains Dasar*, *5*(1), 7–16.
- Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016). Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: A review. *Biofuel Research Journal*, *3*(1), 332–346.
- Mesa, M., & Becerra, N. Y. (2021). Silica/protein and silica/polysaccharide interactions and their contributions to the functional properties of derived hybrid wound dressing hydrogels. *International Journal of Biomaterials*,

2021.

- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., & Darminto, D. (2012). Uji XRD dan XRF pada bahan Mineral (Batuhan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO₃ DAN SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20.
- Nadhila, U., & Titah, H. S. (2021). Kajian Penambahan EDTA Pada Fitoremediasi Logam Berat Timbal. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 2–7.
- Nor Shafizah, I., Irmawati, R., Omar, H., Yahaya, M., & Alia Aina, A. (2022). Removal of free fatty acid (FFA) in crude palm oil (CPO) using potassium oxide/dolomite as an adsorbent: Optimization by Taguchi method. *Food Chemistry*, 373(PB), 131668.
- Oko, Syarifuddin Irmawati, S. (2018). Sintesis Biodiesel dari Minyak Sawit menggunakan Katalis CaO Superbasa dari Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Teknologi*, 10(Vol 10, No 2 (2018): Jurnal Teknologi), 113–122.
- Oviedo, C., & Rodríguez, J. (2003). EDTA: The chelating agent under environmental scrutiny. *Quimica Nova*, 26(6), 901–905.
- Ramírez, S., Martínez, J., & Ancheyta, J. (2013). Kinetics of thermal hydrocracking of heavy oils under moderate hydroprocessing reaction conditions. *Fuel*, 110, 83–88.
- Sabarman, J. S., Legowo, E. H., Widiputri, D. I., & Siregar, A. R. (2019). Bioavtur Synthesis from Palm Fatty Acid Distillate through Hydrotreating and Hydrocracking Processes. *Indonesian Journal of Energy*, 2(2), 99–110.
- Saputra, S., Wijaya, K., & Mudjijana. (2020). Application of biogasoline in a four-stroke motorcycle engine. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 37(2), 51–55.
- Saravanan, K., Tyagi, B., & Bajaj, H. C. (2014). Catalytic activity of sulfated zirconia solid acid catalyst for esterification of myristic acid with methanol. *Indian Journal of Chemistry - Section A Inorganic, Physical, Theoretical and Analytical Chemistry*, 53(7), 799–805.
- Satriawan MB, & Ilmiati Illing. (2017). *Jurnal Dinamika. Uji FTIR Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin, Vol. 08 No(P-ISSN : 2087-7889 E-ISSN: 2503-4863)*, 1–13.
- Shinde, P. S., Suryawanshi, P. S., Patil, K. K., Belekar, V. M., Sankpal, S. A., Delekar, S. D., & Jadhav, S. A. (2021). A brief overview of recent progress in porous silica as catalyst supports. *Journal of Composites Science*, 5(3), 1–17.
- Suparman, W., Sri, R., Sundhani, E., & Saputri, S. D. (2015). The use of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GCMS) for Halal Authentication in Imported Chocolate with Various Variants. *J.Food Pharm.Sci*, 2, 6–11.
- Supriyanto, Ismanto, & Suwito, D. N. (2019). Zeolit alam sebagai katalis pyrolisis

- limbah ban bekas menjadi bahan bakar cair: Natural zeolite as pyrolysis catalyst of used tires into liquid fuels. *Automotive Experiences*, 2(1), 15–21.
- Tonsy, H., & Abdel-Rahman, A. (2012). Effect of chelating agent edta (ethylene diamine tetra acetic acid, disodium salt) as feed additive on controlling heavy metals residues in *Sarotherodon galilaeus* fish. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 16(1), 145–156.
- Tran, T. N., Pham, T. V. A., Le, M. L. P., Nguyen, T. P. T., & Tran, V. M. (2013). Synthesis of amorphous silica and sulfonic acid functionalized silica used as reinforced phase for polymer electrolyte membrane. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 4(4).
- Widayatno, R. L., W, A. D., & Abidin, Z. (2016). Analysis Bioavtur for Energy Security. *Jurnal Pertahanan*, 2(3), 243.
- Wijanarko, A., Mawardi, D. A., & Nasikin, M. (2006). Produksi Biogasoline Dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik Dengan Katalis γ -Alumina. *MAKARA of Technology Series*, 10(2), 51–60.
- Wijaya, K., Kurniawan, M. A., Saputri, W. D., Trisunaryanti, W., Mirzan, M., Hariani, P. L., & Tikoalu, A. D. (2021). Synthesis of nickel catalyst supported on ZrO_2/SO_4 pillared bentonite and its application for conversion of coconut oil into gasoline via hydrocracking process. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105399.
- Wijaya, K., Nadia, A., Dinana, A., Pratiwi, A. F., Tikoalu, A. D., & Wibowo, A. C. (2021). Catalytic hydrocracking of fresh and waste frying oil over ni-and mo-based catalysts supported on sulfated silica for biogasoline production. *Catalysts*, 11(10).
- Wijaya, K., Utami, M., Damayanti, A. K., Tahir, I., Tikoalu, A. D., Rajagopal, R., Thirupathi, A., Ali, D., Alarifi, S., Chang, S. W., & Ravindran, B. (2022). Nickel-modified sulfated zirconia catalyst: Synthesis and application for transforming waste cooking oil into biogasoline via a hydrocracking process. *Fuel*, 322, 124152.
- Xia, M., Jin, C., Kong, X., Jiang, M., Lei, D., & Lei, X. (2018). Green removal of pyridine from water via adsorbilization with lignosulfonate intercalated layered double hydroxide. *Adsorption Science and Technology*, 36(3–4), 982–998.
- Yan, K., Wu, X., An, X., & Xie, X. (2013). Facile synthesis and catalytic property of spinel ferrites by a template method. *Journal of Alloys and Compounds*, 552, 405–408.