

**PREPARASI $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ SERTA APLIKASINYA PADA PRODUKSI *BIOGASOLINE*
DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING CPO***

SKRIPSI

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



Oleh :

SELVI JULPANI ADISTI

08031381924061

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PREPARASI SiO₂-Zr SERTA APLIKASINYA PADA PRODUKSI *BIOGASOLINE*
DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING* CPO**

SKRIPSI

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

Oleh :

Selvi Julpani Adisti

08031381924061

Indralaya, 23 Februari 2023

Mengetahui,

Pembimbing



Dr. Hasanudin, M.Si

NIP.197205151997021003

Dekan FMIPA



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

NIP.1971111997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Selvi Julpani Adisti (08031381924061) dengan judul “Preparasi $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ Serta Aplikasinya Pada Produksi *Biogasoline* dan *Bioavtur* Melalui Proses *Hydrocracking* CPO” telah dipertahankan di hadapan 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. **Nova Yuliasari, M.Si.**

NIP.197307261999032001

()

Pembimbing :

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

NIP.197205151997021003

()

Penguji :


1. **Dr. Ady Mara, M. Si.**

NIP. 196404301990031003

()

2. **Drs. Dasril Basir, M. Si.**

NIP. 195810091986031005

()

Mengetahui

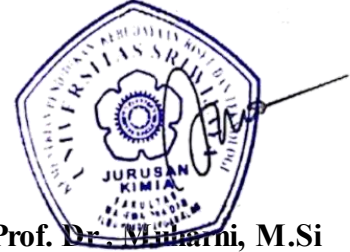
Dekan FMIPA



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

NIP.1971111997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muliarni, M.Si

NIP.196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Selvi Julpani Adisti

NIM : 08031381924061

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya seni 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,



Selvi Julpani Adisti

NIM ; 08031381924061

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertandatangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Selvi Julpani Adisti
NIM : 08031381924061
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Preparasi $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ Serta Aplikasinya Pada Produksi *Biogasoline* dan *Bioavtur* Melalui Proses *Hydrocracking* CPO”. Dengan hak bebas royalty non-eksklusive 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,



Selvi Julpani Adisti

NIM : 08031381924061

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.....

هُمْ وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَجْرًا كَبِيرًا ۖ طَيِّبَةً حَيَاةً فَلَنُحْيِيَنَّهُ مُؤْمِنًا وَهُوَ أُنْتَىٰ أَوْ ذَكَرٍ مِّنْ صَالِحًا عَمِلَ مَن
يَعْمَلُونَ كَانُوا مَا بِأَحْسَنِ أَجْرِهِمْ

Artinya: Barangsiapa yang mengerjakan amal saleh, baik laki-laki maupun perempuan dalam keadaan beriman, maka sesungguhnya akan kami berikan kepadanya kehidupan yang baik dan sesungguhnya akan kami beri balasan kepada mereka dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan.

(QS. An-Nahl : 97)

“Kita harus berarti untuk diri kita sendiri dulu sebelum kita menjadi orang yang berharga bagi orang lain.”

- Ralph Waldo Emerson

-Be Your Self-

Kupersembahkan skripsi ini untuk

- ♥ Allah S.W.T, Nabi Muhammad S.A.W dan Agamaku Islam
- ♥ Keluargaku tercinta (Bapak, Ibu, Yuk Sasti, Nova dan Krisna) yang telah menjadi support system terbesar selama perkuliahan dan penelitian
- ♥ Dosen Pembimbing Tugas Akhir (Dr. Hasanudin, M.Si)
- ♥ Sahabat-sahabatku
- ♥ Almamaterku, Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur senantiasa terucap atas rahmat dan berkat karunia Allah SWT. Dzat yang maha kuasa serta maha pengasih dan maha penyayang. Tak lupa shalawat kepada nabi Muhammad SAW yang insyaallah syafaatnya kita nantikan di hari yaumul akhir kelak. Alhamdulillah, akhirnya penulis mampu dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Preparasi $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ Serta Aplikasinya Pada Produksi *Biogasoline* dan *Bioavtur* Melalui Proses *Hydrocracking* CPO”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

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, keikhlasan dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa penuh tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan dari skripsi ini. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pembimbing yaitu bapak **Dr. Hasanudin, M.Si**, yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran, dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak 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 serta sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Hasanudin, M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang selalu memberikan bimbingan, dukungan, materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan baik dan benar.
5. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu, mendidik, serta membimbing dalam dunia perkuliahan.
6. Keluarga besarku yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan serta semangat.
7. Kak Iin dan mbak Novi, selaku Admin Jurusan Kimia FMIPA terimakasih banyak karena telah membantu dalam mengurus dan mengatur jadwal dan ikut serta berperan dalam tugas akhir saya.
8. Tim kerenku, katalis biofuel research (Azriel, Afghan, Andini, Dhea, dan Mutiara) yang telah mengalami suka duka penelitian bersama, memberikan waktu, tenaga dan pikiran sehingga bisa menyelesaikan segala permasalahan dalam penelitian, terimakasih tim terhebat yang pernah aku miliki.
9. Sahabatku, KM D2S2MT (Dhea, Mutik, Dinda, Siska dan Tri) yang selalu ada dalam setiap cerita perkuliahanku, sahabat sedari maba, yang selalu mendengarkan setiap keluh kesahku, kesedihanku, selalu membuatku tertawa, terimakasih sudah selalu menjadi tempat pulang, rumah, tempat bernaung selama dalam dunia perantauan yang keras ini, kalian yang selalu marah dan peduli dengan kehidupanku, sayang banget sama kalian, makasih sudah jadi pelangi dalam hidupku yang mengajarkan banyak hal terkhusus dalam pertemanan dan persahabatan.
10. Untuk sahabat terbaikku Dhea, makasih ya dhe udah dari awal sampe akhir selalu menemaniku, susah senang, sedih dan semua hal Cuma biso cerito dan terbuka dengan dhea, dari ikut kampus mengajar, studi

independen bareng, sekelas terus, pokoknya mokasih banyak nian, semoga be suatu saat bakal ketemu lagi samo sahabat baik kayak dhe, bakalan kangen samo kau dhe, serius, sukses terusss dhe, luvvv nian dhe banyak-banyak.

11. Untuk BPH Dinsos kabinet Aksi pada masanya (Jepri, Kak Desta, Indri dan Budi) terimakasih ya sudah banyak memberikan pengalaman berharga, terutama di dunia BEM. Berkat kalian selvi banyak belajar buat jadi partner yang baik, semangat dalam organisasi, serta membimbing para staff, see youu di tempat dan waktu yang berbeda orang-orang baik.
12. Untuk partner ter the BEST pada masanya (Agung dan Rafly), terimakasih banyak gaes sudah berproses dan berjuang bersama dalam satu wadah yang mengajarkan aku banyak hal, seperti kerja keras, saling bantu, bagi waktu, dan terutama tentang himaki dan Hima, semoga suatu saat nanti bisa menemukan partner seperti kalian di dunia kerja, sukses untuk kita semua dalam menempuh jalannya masing-masing, Rafly kuat-kuat ya pundaknya di BEM sebagai wagubma, Agung jangan lupa Kerjain Skripsinya jangan males-males.
13. Para BPH Himaki tercinta kabinet Aurum (Agung, Rafly, Mayang, Dina, mbak Nadia, Feni, Afifah, Ragil, Della, Intan, Nisak, Rizky, Agung p, Dini, Neneng, Erwin, Alifia, Icak, Nandya, Dian, Derry, Erida, Eva, Fita, Hawa, Laellia, Jeje, Melanie, Ditak, Ani, Pithri, Rezky, Umi dan Yayang) yang sudah kebersamai dalam periode kabinet Aurum, terimakasih banyak sudah memberikan dukungan serta semangat dan membantu untuk mengatur waktu antara akademik, tugas akhir dan organisasiku, kalian sudah seperti keluarga sendiri bagiku, semangat terus pokoknya, untuk BPH 19 semangat tugas akhirnya dan penelitiannya dan untuk BPH 20

semangat KP, KKN, dan kuliahnya, tetap jadi diri kalian dengan versi yang terbaik kalian miliki.

14. Tim Inti yang ucul dan selalu kuat (Agung, Rafly, Mayang, Dina, Afifah, Mbak Nad dan Feni) makasih ya udah berjuang bersama, kita hebat sudah mempertahankan ego masing-masing walaupun kita sempat kurang komunikasi, kita tetap bertahan dari terpaan badai sampai dimana kita bisa berlabuh di pelabuhan akhir Aurum sampai dengan Demisioner, good Luck guys, semoga kalian kuat dimanapun berada.
15. Motivator dan pendengar yang baik, kak Apres. Terimakasih banyak sudah memberikan ruang dan kepercayaan sehingga dapat berada di titik yang kuat untuk membagi waktu dengan baik, dan terimakasih juga sudah menjadi pendengar yang baik serta selalu kasih nasihat biar kuat, bangkit dan tidak menyerah, semangat di dunia pekerjaannya kak semoga sukses terus di luar sana, i will be remember with your quotes, ini pundakku mana bebanmu.
16. Untuk adek asuh yang manis dan baik (Lae dan Cici), yang selalu ada dan mendukung kakak, terimakasih banyak selalu hadir dalam kegiatan kakak baik kuliah dan organisasi, belajar yang rajin, semangat kuliahnya, semoga dapat memberikan yang terbaik kedepannya kakak yakin kalian bisa jadi orang hebat di masa depan kakak sayang dengan kalian jangan nangis ya kalo sedih cerita, kuat-kuat ya 61 Squad.
17. Untuk tim Kampus Mengajar Angkatan II (Pak Sulton, kak Dina, kak Dyah, kak Ikhwan, kak Ima, Sendi, dan Dinda) terimakasih banyak sudah banyak memberikan ilmu, pengalaman dan cerita yang paling berkesan selama hidup Selvi, sangat berkesan sekali, banya pengalaman lucu, terharu dan bahagia selama berjuang dan bekerja sama dengan kalian,

terutama dalam bidang mengajar dan bermanfaat bagi orang lain, semoga kalian tetap jadi keluarga dan sukses terus kedepannya.

18. Kakak tingkat angkatan 2017 (Bang wan, kak Apres, dan kak Cik Ayu) angkatan 2018 (Kak Lola, kak Jeniva, kak Rahma, kak Desta, bang Sandra, kak Cici, kak Sri, bang Mahdi, bang Tejak, dan bang Fajar) serta adik tingkat angkatan 2020 (Risma, Riska, Moly, Shinta, Adelvin dan Adi), 2021 (Aan, Tristan, Fahri, Riyanti, Vira, Angga, Dimas, Mianita, Amanda, Elsa, Putri Azzahra, Vina, Gilang, Annisah, Cindy, Ilga, Kiky, Nazar, Bagus, Dey, Adit, Aditya, Puan, Husnul, Amirah, Nike, Raihan, Rizky, dan Nima) dan 2022 (Fredy dan Dini) yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang selalu memberikan dukungan serta semangat menjalani suka duka penelitian.

19. Semua pihak tertentu yang telah membantu dan memberikan informasi baik secara langsung maupun tidak sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi dengan baik.

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

Indralaya, Februari 2023

Penulis

SUMMARY

PREPARATION OF SiO₂-Zr AND ITS APPLICATION IN BIOGASOLINE AND BIOAVTUR PRODUCTION THROUGH CPO HYDROCRACKING PROCESS

Selvi Julpani Adisti : Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si

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

xix + 74 pages + 11 pictures + 4 tables + 11 attachments

Porous SiO₂-Zr catalysts were prepared using several methods, such as the EDTA chelate method and the EDTA template. The aim of the research was to prepare CPO into biogasoline and bioavtur through a hydrocracking process by applying a Zr-SiO₂ catalyst using a template and EDTA chelate, as well as carrying out catalytic activity tests using instruments such as XRD, FTIR, and acidity tests. The catalyst made was then subjected to a hydrocracking process at a temperature of 500 °C within 1 hour. The performance of the catalyst to biogasoline and bioavtur was measured using GC-MS. The results of the GCMS characterization of the catalyst showed that the conversion of CPO to Zr-SiO₂ KEDTA showed the highest performance in CPO hydrocracking cracking. Where the highest conversion has a value of 82.73% and a liquid yield of 66.29%. The highest catalyst selectivity for the conversion of bioavtur was 41.77% and biogasoline was 26.80%. Acidity analysis was carried out using the gravimetric method, where the analysis results showed that the Zr-SiO₂ KEDTA catalyst showed the highest increase in acidity with total ammonia acidity of 1.0237 mmol/g and pyridine acidity of 0.7058 mmol/g. The results of the XRD analysis show that at an angle of 23° (ICDD No 39-1425) Zr-SiO₂ acts as an amorphous silica with a broad peak. Then angle 2θ in area 30.11; 34.76; 50.30; and 60.10, which corresponds to a single tetragonal zirconia phase (ICDD 80-2155). The best catalyst that produces a crystalline structure is the Zr-SiO₂ TEDTA catalyst. The results of the FTIR characterization showed Lewis acid at wave number 1446.10 and Bronsted acid at 1633.69-1634.04 cm⁻¹ contained in the Zr-SiO₂ KEDTA catalyst.

Keywords : EDTA, Zr- SiO₂, CPO, *Biogasoline*, *Bioavtur*

Citation : 53 (2001-2022)

RINGKASAN

PREPARASI $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ SERTA APLIKASINYA PADA PRODUKSI *BIOGASOLINE* DAN *BIOAVTUR* MELALUI PROSES *HYDROCRACKING* CPO

Selvi Julpani Adisti : Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si

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

xix + 74 halaman + 11 gambar + 4 tabel + 11 lampiran

Pembuatan katalis *Porous* $\text{SiO}_2\text{-Zr}$ dilakukan dengan beberapa metode, seperti metode khelat EDTA dan *template* EDTA. Tujuan penelitian adalah untuk melakukan preparasi CPO menjadi *biogasoline* dan *bioavtur* melalui proses *hydrocracking* dengan mengaplikasikan katalis Zr-SiO_2 menggunakan *template* dan khelat EDTA, serta melakukan uji aktivitas katalitik menggunakan instrumen berupa XRD, FTIR, dan uji keasaman. Katalis yang dibuat kemudian dilakukan proses *hydrocracking* dengan temperatur 500 °C dalam waktu 1 jam. Kinerja katalis menjadi *biogasoline* dan *bioavtur* diukur menggunakan GC-MS. Hasil karakterisasi GCMS pada katalis menunjukkan bahwa konversi CPO pada Zr-SiO_2 KEDTA menunjukkan kinerja tertinggi pada perengkahan *hydrocracking* CPO. Dimana konversi tertinggi memiliki nilai sebesar 82,73 % dan yield cair 66,29%. Selektivitas katalis tertinggi untuk konversi *bioavtur* sebesar 41,77 % dan *biogasoline* sebesar 26,80 %. Analisis keasaman dilakukan dengan metode gravimetri, dimana hasil analisis memperlihatkan bahwa katalis Zr-SiO_2 KEDTA menunjukkan peningkatan keasaman tertinggi dengan total keasaman ammonia sebesar 1,0237 mmol/g dan keasaman piridin 0,7058 mmol/g. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa pada sudut 2 θ (ICDD No 39-1425) Zr-SiO_2 bersifat sebagai silika amorf dengan puncak melebar. Kemudian sudut 2 θ di daerah 30,11; 34,76; 50,30; serta 60,10, yang berkaitan dengan fase zirkonia tetragonal tunggal (ICDD 80-2155). Katalis terbaik yang menghasilkan struktur kristalin adalah katalis Zr-SiO_2 TEDTA. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan asam lewis pada bilangan gelombang 1446,10 dan asam bronsted pada 1633,69-1634,04 cm^{-1} yang terdapat pada katalis Zr-SiO_2 KEDTA.

Kata Kunci : EDTA, Zr-SiO_2 , CPO, *Biogasoline*, *Bioavtur*

Sitasi : 53 (2001-2022)

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	xii
RINGKASAN	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Silika	5
2.2 Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA).....	6
2.3 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	7
2.4 Zirkonium	7
2.5 Katalis	8
2.6 <i>Biogasoline</i>	9
2.7 <i>Bioavtur</i>	10
2.8 <i>Hydrocracking</i>	10
2.9 Karakterisasi	12

2.9.1	<i>X-ray diffraction (XRD)</i>	12
2.9.2	FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	12
2.9.3	Uji Keasaman pada Katalis.....	13
2.9.4	GCMS (<i>Gas Chromatography – Mass Spectroscopy</i>)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		15
3.1	Waktu dan Tempat	15
3.2	Alat dan Bahan	15
3.2.1	Alat	15
3.2.2	Bahan	15
3.3	Prosedur Penelitian	16
3.3.1	Preparasi Silika (SiO_2)	16
3.3.2	Preparasi Zr- SiO_2 dengan Metode Khelat EDTA.....	16
3.3.3	Preparasi SiO_2 - <i>Template</i> EDTA	18
3.3.4	Sintesis penambahan Logam Zirkonium sebagai katalis pendukung melalui impregnasi.....	19
3.3.5	Konversi CPO menjadi <i>Biogasoline</i> dan <i>Bioavtur</i> melalui proses <i>Hydrocracking</i>	19
3.3.6	Karakterisasi Sampel.....	20
3.3.6.1	Karakterisasi Keasaman Total Katalis Zr- SiO_2 , Zr- SiO_2 <i>Template</i> EDTA, dan Zr- SiO_2 Khelat EDTA, Menggunakan Ammonia.....	20
3.3.6.2	Karakterisasi Keasaman Permukaan Katalis Zr- SiO_2 , Zr- SiO_2 <i>Template</i> EDTA dan Zr- SiO_2 Khelat EDTA Menggunakan Piridin.....	21
3.3.6.3	Karakterisasi Struktur Kristal Katalis Zr- SiO_2 , Zr- SiO_2 <i>Template</i> EDTA dan Zr- SiO_2 Khelat EDTA dengan XRD..	22
3.3.6.4	Karakterisasi Gugus Fungsi Katalis Zr- SiO_2 , Zr- SiO_2 <i>Template</i> EDTA dan Zr- SiO_2 Khelat EDTA dengan FTIR...	22
3.3.6.5	Analisis data <i>Hydrocracking</i>	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Modifikasi SiO_2	24
4.2	Modifikasi Zr- SiO_2	25

4.2.1 Hasil Padatan Zr-SiO ₂ (Katalis 1), Zr-SiO ₂ dengan Metode <i>Template</i> EDTA (Katalis 2), dan Zr-SiO ₂ dengan Metode Khelet EDTA (Katalis 3).....	26
4.3 Karakterisasi Katalis dengan Menggunakan XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)...	27
4.4 Analisis Keasaman Total dan permukaan Katalis dengan Menggunakan Ammonia dan piridin	29
4.5 Karakterisasi Katalis Setelah Menyerap Piridin dengan Menggunakan Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra red</i> (FTIR)	30
4.6 Data Kromatogram Minyak dari Proses <i>Hydrocracking</i> katalis Menggunakan Analisis GC-MS.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Molekul EDTA (Nadhila dan Titah, 2020).	6
Gambar 2. Rangkaian Alat <i>Hydrocracking</i> (Hasanudin <i>et al.</i> , 2020).	12
Gambar 3. Skema Alat FTIR (<i>Fourrier Transform Infra Red</i>) (Fladelmoula <i>et al.</i> , 2022).....	13
Gambar 4. Proses Modifikasi SiO ₂ sebagai Padatan Pendukung	24
Gambar 5. Proses Modifikasi Katalis Zr-SiO ₂	25
Gambar 6. Hasil Difraktogram XRD katalis a) Zr-SiO ₂ , b) Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan c) Zr-SiO ₂ Khelat EDTA.	28
Gambar 7. Spektra FTIR katalis a) Zr-SiO ₂ , b) Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan c) Zr-SiO ₂ Khelat EDTA sebelum Adsorpsi Piridin	31
Gambar 8. Spektra FTIR katalis a) Zr-SiO ₂ , b) Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan c) Zr-SiO ₂ Khelat EDTA setelah Adsorpsi Piridin	32
Gambar 9. Spektra FTIR katalis Zr-SiO ₂ , Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan Zr-SiO ₂ Khelat EDTA sebelum dan setelah Adsorpsi Piridin.....	33
Gambar 10. Kromatogram Minyak CPO	36
Gambar 11. Kromatogram Minyak Hasil Degradasi Katalis a) Zr-SiO ₂ , b) Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan c) Zr-SiO ₂ Khelat EDTA.....	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Padatan katalis Zr-SiO ₂ , Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan Zr-SiO ₂ Khelet EDTA.....	27
Tabel 2. Hasil analisis keasaman katalis	30
Tabel 3. Total konversi dan <i>yield</i> dari <i>hydrocracking</i> CPO dengan katalis Zr-SiO ₂ , Zr-SiO ₂ <i>Template</i> EDTA, dan Zr-SiO ₂ Khelet EDTA	35
Tabel 4. Selektivitas produk dari proses <i>hydrocracking</i> dengan berbagai katalis .	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Preparasi SiO ₂	49
Lampiran 2. Diagram Alir Preparasi Zr-SiO ₂ dengan Metode Kchelat EDTA ...	50
Lampiran 3. Diagram Alir Preparasi Zr-SiO ₂ dengan Metode <i>Template</i> EDTA	51
Lampiran 4. Diagram Alir Sintesis Penambahan Logam Zirkonium Melalui Impregnasi	52
Lampiran 5. Perhitungan Analisis Keasaman pada Katalis dengan Menggunakan Ammonia	53
Lampiran 6. Perhitungan Analisis Keasaman pada Katalis dengan Menggunakan Piridin	55
Lampiran 7. Data Karakterisasi FTIR Katalis Sebelum Menyerap Piridin	57
Lampiran 8. Data Karakterisasi FTIR Katalis Setelah Menyerap Piridin	60
Lampiran 9. Data GC-MS Minyak Hasil Degradasi dari CPO, serta Katalis Zr- SiO ₂ , Zr- SiO ₂ Template EDTA, dan Zr- SiO ₂ Kchelat EDTA	63
Lampiran 10. Hasil Perhitungan % <i>Yield</i> dan % Konversi Hydrocracking.....	71
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, energi termasuk ke dalam aspek penting yang harus ada dalam kehidupan sehari-hari dan sudah dianggap sebagai kebutuhan primer bagi manusia, karena dapat digunakan untuk industri, listrik, serta kendaraan. Sampai saat ini, sumber energi utama dapat diperoleh dari minyak bumi (Kholiq, 2015). Sumber energi yang berasal dari minyak bumi ini memiliki sifat tidak dapat digantikan atau diperbarui, karena itulah yang kemudian menyebabkan ketersediaannya di bumi semakin lama semakin berkurang (Chu *et al.*, 2017). Ketersediaan dari sumber bahan bakar fosil dan meningkatnya masalah lingkungan menyebabkan pencarian sumber energi alternatif berbahan dasar dari biomassa, ketersediaan biomassa di alam yang sangat melimpah, diharapkan dapat menjadi solusi bagi permasalahan tersebut dengan mengubah bahan bakar fosil menjadi bahan bakar berbasis *biofuel* (Almuttaqi, 2019).

Biofuel merupakan suatu alternatif energi yang dapat dihasilkan melalui proses kimia dari minyak alami. *Biofuel* dibuat dengan mengubah struktur molekul dari minyak nabati atau minyak hewani menjadi produk hidrokarbon dengan menggunakan beberapa macam proses kimia contohnya berupa metode pirolisis dan juga *hydrocracking*. *Hydrocracking* dipilih sebagai metode yang dianggap paling tepat dalam pembuatan *biofuel* karena memiliki kelebihan berupa konversi yang dihasilkan bernilai tinggi, serta *yield* yang diperoleh memiliki distilat yang cukup besar (Wafi dan Budianto, 2022).

Minyak nabati sering dipakai dalam perengkahan katalitik, yang mana bertujuan untuk menghasilkan *biogasoline* dan *bioavtur*. Pada *biogasoline* sifat hidrokarbon yang dimilikinya hampir mirip dengan bensin konvensional, oleh karena itu dapat digunakan secara langsung pada mesin pembakaran tanpa dilakukan perbaruan pada mesin (Singh *et al.*, 2020). Minyak sawit mentah yang

dihasilkan dari tanaman berupa kelapa sawit atau dapat dikatakan sebagai *crude palm oil* atau (CPO), minyak CPO ini termasuk minyak nabati yang dapat menjadi energi alternatif potensial, dikarenakan menurut (Kaniapan *et al.*, 2021), kelapa sawit termasuk biomassa dan tanaman yang jumlahnya melimpah di wilayah asia, dan memiliki berbagai macam kegunaan serta manfaat, khususnya dalam bidang bioenergi, *biofuel* serta energi yang berkelanjutan. Minyak sawit dapat menghasilkan produk berupa kerosin, *gasoline*, dan juga solar. Saat ini, mulai dilakukan pengembangan dalam membuat *biofuel* dengan minyak nabati menggunakan proses perengkahan berkatalis, dimana dalam prosesnya dimaksudkan agar dapat memecah molekul kompleks menjadi molekul yang sederhana dengan melibatkan gas hidrogen (H_2), proses perengkahan ini biasa disebut juga dengan *hydrocracking* (Nurjannah dkk, 2010).

Hydrocracking merupakan sebuah proses untuk menjadikan molekul hidrokarbon yang ukurannya besar menjadi molekul yang lebih kecil ukurannya, dengan cara diputuskannya ikatan karbon secara berurutan atau disebut juga secara simultan dengan hidrogenasi. Konversi minyak nabati menjadi bahan bakar dapat dibuat dengan proses berupa *hydrocracking* yang biasanya dipakai katalis padat contohnya seperti zeolit, Ni, logam Mo, alumina, dan alumina silikat lainnya (Hasanudin *et al.*, 2020). Pada proses *hydrocracking* katalitik diperlukan adanya katalis, dimana katalis ini berperan dalam mempercepat laju pada reaksi kimia, adapun katalis yang dapat digunakan pada penelitian ini berupa katalis silika (SiO_2) (Wijaya *et al.*, 2021).

Silika mempunyai struktur yang berpori, luas permukaanya tinggi, kapasitas adsorpsi tinggi, stabil dalam termal kemudian terdapat jaringan pori yang berguna dalam proses difusi. Sifat asam yang dimiliki oleh katalis dapat menjadi faktor penentu keberhasilan dalam proses *hydrocracking*, dikarenakan katalis dengan keasaman tinggi dapat membuat kinerja katalitik yang besar dalam proses *hydrocracking* (Wijaya *et al.*, 2021).

Dalam meningkatkan dan mendukung selektivitas katalis, etilen diamin tetra asetat digunakan untuk meningkatkan dispersi, karena itu biasanya agen pengkhelet sering digunakan dalam banyak industri khususnya dalam pembuatan katalis, oksidasi dan juga hidrogenasi. Penggunaan EDTA sebagai agen pengkhelet dapat berfungsi sebagai pembentuk fasa kimia baru antara EDTA dengan material pendukung, contohnya pada SiO_2 yaitu gugus silanol (SiOH). Pada SiO_2 , EDTA mampu membuat dukungan permukaan yang akan membentuk kompleks kuat yang stabil dengan logam (Alayat *et al.*, 2018).

Logam ZrO_2 termasuk kedalam katalis asam padat yang dapat digunakan dalam proses *hydrocracking*, karena disebabkan oleh ZrO_2 mempunyai sifat yang baik dalam fisikokimia, seperti memiliki kestabilan termal yang besar, tidak korosif, stabilitas mekanik tinggi, keasaman yang dapat diatur, termal konduktivitas yang rendah, dan luas permukaan yang dimana saat berada pada operasional termal yang tinggi adalah bersifat konstan atau tetap (Amin *et al.*, 2018).

Berdasarkan latarbelakang yang telah diuraikan, dalam penelitian ini akan dilakukan preparasi SiO_2 Zr dengan beberapa variasi seperti Zr- SiO_2 (Silika zirkonium), Zr- SiO_2 khelat EDTA (Silika zirkonium khelat EDTA), dan Zr- SiO_2 *template* EDTA (Silika zirkonium *template* EDTA) yang digunakan dalam aplikasi *hydrocracking*, sebagai katalis yang mampu melihat aktivitas katalitik, sehingga dihasilkan produk berupa *biogasoline* dan *bioavtur* dari konversi *crude palm oil*. Karakterisasi katalis dilakukan dengan beberapa pengujian untuk mendapatkan data, beberapa karakterisasi tersebut antara lain, *X-ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), uji keasaman, serta analisis GC-MS.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara melihat selektivitas dan kinerja katalis Zr- SiO_2 dengan penambahan *zirconium* melalui karakterisasi XRD dan FTIR?

2. Bagaimana pengaruh metode *template* dan khelat EDTA pada katalis Zr-SiO₂ dalam mengubah *crude palm oil* menjadi aplikasi *biogasoline* dan *bioavtur*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan preparasi CPO menjadi biogasoline dan bioavtur melalui proses *hydrocracking* dengan mengaplikasikan katalis Zr-SiO₂ menggunakan *template* EDTA dan khelat EDTA.
2. Melakukan uji aktivitas katalitik *hydrocracking* CPO dengan katalis Zr-SiO₂ menggunakan instrumen berupa *X-ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform Infrared (FTIR)*, uji keasaman dan analisis GC-MS.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan inovasi pengganti minyak dari bahan bakar fosil pada bidang *biogasoline* dan *bioavtur* dengan memanfaatkan katalis SiO₂ Zr. Sehingga didapatkan bahan bakar ramah lingkungan dan berkualitas tinggi, kemudian juga dapat memberikan pengetahuan mengenai pengaruh penambahan EDTA sebagai *support* (pengemban) dan penambahan logam zirkonium, terhadap selektivitas katalis dalam proses *hydrocracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alayat, A.M., Echeverria, E., Mclroy, D.N., and Mcdonald, A.G. 2018. Characterization and catalytic behavior of EDTA modified silica nanospring (NS)-supported cobalt catalyst for Fischer-Tropsch CO-hydrogenation. *Journal of Fuel Chemistry and Technology*. 46 (08) : 957-958.
- Almuttaqi, M., Kurniawansyah, F., Prajitno, D.H., and Roesyadi, A. 2019. Hydrocracking of Coconut Oil over Ni-Fe/HZSM-5 Catalyst to Produce Hydrocarbon Biofuel. *Indonesian Journal Of Chemistry*. 19 (02) : 319-320.
- Amin, A.K., Wijaya, K., and Trisunaryanti. 2018. The Catalytic Performance of ZrO₂-SO₄ and Ni/ ZrO₂-SO₄ Prepared From Commercial ZrO₂ in Hydrocracking of LDPE Plastic Waste into Liquid Fuel. *Oriental Journal of Chemistry*. 34 (06) : 3071-3072.
- Badriyah, L., dan Falah, L.I. 2017. Produksi Gasoline dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Ni-MCM-41 dan Co/Ni-MCM-41. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 02 (01) : 23-24.
- Budiyanto, R., Setyawan, D., dan Andarini, N. 2018. Aktivitas dan Selektivitas Katalis Ni/H₅NZA Terhadap Hidrorengkah Metil Oleat Menjadi Senyawa Hidrokarbon Fraksi Pendek. *Jurnal Kimia Riset*. 3 (1) : 58-65.
- Candraningrat, I.D.A.A.D., Santika, A.A.G.J., Dharmayanti, I.A.M.S., dan Prayascita, P.W. 2021. Review Kemampuan Metode GC-MS dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait Dengan Aspek Forensik Klinik. *Jurnal kimia (Journal Of Chemistry)*. 15 (1) : 12-15.
- Cecilia, J.A., Tost, R.M. and Millan, M.R. 2019. Mesoporous Materials :From Synthesis to Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 20 (3213) : 1-2.
- Chu, P.L., Vanderghem, C., MacLean, H.L and Saville, B. A. (2017). Process Modeling of Hydrodeoxygenation to Produce Renewable Jet Fuel and Other Hydrocarbon Fuels. *International Journal of Fuel*. 1(96) : 298.
- Dai, C., Li, X., Zang, M., Cui, Y., Zhao, B., Ma., X. 2020. A Silica –supported Ni-based catalyst prepared using TEPA for the plasma synthesis of ammonia. *International Journal of Hydrogen Energy*. 46 (2021) : 2213-2216.

- Dipowardani, B.T., Sriatun., dan Taslimah. 2008. Sintesis Silika Kristalin Menggunakan Surfaktan Cetiltrimetilamonium Bromida (CTAB) dan Trimetilamonium Klorida (TMACl) sebagai Pencetak Pori. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 11 (01) : 20-21.
- Eddy, D.R., Noviyanti, A.R., dan Janati,D. 2016. Sintesis Silika Metode Sol Gel Sebagai Penyangga Fotokatalis TiO₂ Terhadap Penurunan Kadar Kromium dan Besi.*Jurnal Sains Materi Indonesia*. 17 (2) 82-85.
- Efiyanti, L., dan Santi, D. 2016. Pengaruh Katalis NiO dan NiOMoO Terhadap Perengkahan Minyak Cangkang Biji Jambu Mete. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34 (3) : 189-193.
- Fadlelmoula, A., Pinho, D., Carvalho, V.H., Catarino, S.O., and Minas, G. 2022. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy to Analyse Human Blood Over the Last 20 Years : A Review toward Lab-on-a-chip Devices. *Micromachines*. 13 (187) :1-3.
- Fatimah, N.F., dan Utami, B. 2017. Sintesis dan Analisis Spektra IR, Difraktogram XRD, SEM pada Material Katalis Berbahan Ni/zeolit Alam Teraktivasi dengan Metode Impregnasi. *Journal Cis-Trans*. 01 (01) : 35-36.
- Haris, A., Widodo, D.S., dan Yuanita, L. 2007. Pengambilan Tembaga dari Batuan Bornit (Cu₅FeS₄) Variasi Rapat dan Pengompleks EDTA secara Elektrokimia. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 10 (02) : 31-32.
- Hassan, N.S., Jalil,A.A., and Sawal, M.H. 2021. Effect of Calcination Temperature On Structure of Silica Doped on Zirconia for Photodegradation of 2-Chlorophenol. *Malaysian Journal of Catalysis*. 5 (2021) :19-22.
- Hasanudin., Asri, W.R., Fanani, Z., Adisti, S.J., Hadiyah, F., Maryana, R., Almuttaqi, M., Zhu Zonghyuan., and Machado, N.T. 2022.Facile Fabrication of SiO₂/Zr Assisted with EDTA Complexed –Impregnation and Templated Methods for Crude Palm Oil To Biofuel Conversion via Catalytic Hydrocracking. *Catalysts*. 12 (1522) :2-14.
- Hasanudin., Asri, W.R., Zulaikha, I.S., Ayu, C., Rachmat, A., Riyanti, F., Hadiyah, F., Zainul, R., Maryana, R. 2022. Hydrocracking of Crude Palm Oil to a Biofuel Using Zirconium Nitride and Zirconium Phospide-Modified Bentonit.*RSC Advances*. 12 (2022) :21916-21919.

- Hasanudin., Rachmat, A., Said, M., and Wijaya, K. 2020. Kinetic Model of Crude Palm Oil Hydrocracking Over Ni/Mo ZrO₂-Pillared Bentonite Catalyst. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. 64 (2) : 238-239.
- Hastuti, S., Nuryono, and Kuncaka, A., 2015. L-Arginine-Modified Silica For Adsorption Of Gold(III). *Indonesia Journal of Chemistry* 15(2), 108–115.
- Helwani, Z., Zahrina, I., Tanius, N., Fitri, D.A., Tantino, P., Muslem, M., Othman, M.R., and Idroes, R. 2021. Polyunsaturated Fatty Acid Fractination from Crude Palm Oil (CPO). *Process*. 9 (2183) :2-7.
- Hendrawati, T.Y., Siswahyu, A., and Ramadhan, A.L. 2018. Analysis of Technoeconomy of Bioavtur Production with Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (Hefa) Process in Indonesia. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 07 (03) : 39-40.
- Jujurama., Wijaya, K., Shidiq, M., Fahrurrozi, M., and Suheryanto. 2014. Synthesis of Biogasoline from Used Palm Cooking Oil Through Catalytic Hydrocracking by Using Cr-Activated Natural Zeolite as Catalyst. *Asian Journal of Chemistry*. 26 (16) : 5033-5034.
- Kaniapan, S., Hassan, S., Hamdan, Y., Nesan, K.P., and Azeem, M. 2021. The Utilisation of Palm Oil and Oil Palm Residues and the Related Challenges as a Sustainable Alternative in Biofuel, Bioenergy and Transportation Sector : A Review. *Sustainability*. 13 (1310) : 1-2.
- Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*. 19(2), 76.
- Kuterasinski, L., Gackowski, M., Podobinski, J., Zbik, D.R., and Datka, J. 2021. Nitrogen as a Probe Molecule For the IR Studies of the Heterogeneity of OH Groups in Zeolites. *Journal of Molecules*. 26 (6261) :2-3.
- Laksmono, R.W., Datumarya, A.W., and Abidin, Z. 2016. Analysis Bioavtur for Energy Security. *Jurnal Pertahanan*. 02 (03) : 243-244.
- Latypova, A.R., Lebedev, M.D., Tarasyuk, I.A., Sidorov, A.I., Rumyantsev, E.V., Vashurin, A.S., and Marvin, Y.S. 2021. Sol-Gel Synthesis of Organically Modified Silica Particles as Efficient Palladium Catalyst Support to Perform Hydrogenation Process. *Catalysts*. 11 (1175) : 2-16.

- Lenza, R.F.S., and Vasconcelos, W.I. 2001. Preparation of Silica by Sol-Gel Method Using Formamide. *International Journal of Material Research*. 4 (3) : 189-190.
- Nuraeni, D., Hadisantoso, E.P., dan Suhendar, D. 2017. Adsorpsi Ion Logam Mn^{2+} Dan Cu^{2+} Oleh Silika Gel Dari Abu Ampas Tebu. *Jurnal Al-Kimiya*. 4 (2) : 70-80.
- Nurjannah., Roesyadi, A., dan Prajitno, D.R. 2010. Konversi Katalitik Minyak Sawit untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan Silika Alumina dan HZSM-5 Sintesis. *Jurnal Reaktor*. 13 (01) : 37-38.
- Purbaningias, T.E., Kurniawati, B., Wiyantoko, B., Prasetyoko, D., dan Suprpto. 2019. Pengaruh Penambahan Surfaktan pada Modifikasi Material Alam. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*. 4 (2) : 123-125.
- Purwanto, A.S., Taslimah, dan Sriatun. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Silica Geldari Tetraetilortosilikat (TEOS) Menggunakan Surfaktan Polyethylene Glycol (PEG) 6000 dalam Kondisi Basa. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 15 (1) : 1-3.
- Rana, M.S., Ramirez, J., Alejandre, A.G., Ancheyta, J., Cedefio, L., and Maity, S.K. 2007. Support effects in CoMo hydrodesulfurization catalysts prepared with EDTA as a chelating agent. *Journal of Catalysis*. 246 (2007) : 100-101.
- Rasyid, R., Wicaksono, R.A., Devita, D.D., Mahfud., dan Roesyadi, A. 2015. Efektifitas Katalis Co/Mo Pada Hydrocracking Minyak Nyamplung. *Jurnal Reaktor*. 15 (04) : 268-269.
- Rasyid, R., Dewanti, A.T., Malik,R., Anshariah, dan Kalla, R. 2022. Perengkahan Katalitik Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMs) Menggunakan Katalis HCl Berpenyangga $\gamma-Al_2O_3$. *Journal of Chemical Process Engineering*. 7 (2) : 95-101.
- Ruiz, J.B., Aperador, W., Delgado,A., Diaz, M., Lagos. 2014. Synthesis and Characterization of Anticorrosive Coatings of SiO_2 - TiO_2 - ZrO_2 Obtained from Sol Gel Suspensions. *International Journal Electrochem*. 09 (2014) : 4144-4157.
- Sa'adah, S., Zaharah, T.A., dan Shofiyani, A. 2018. Pengaruh Konsentrasi Na_2EDTA Terhadap Desorpsi Ce (IV) Pada Adsorben Kitosan-Karbon. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 7 (4) : 37-43.

- Sabarman, J.S., Legowo, E.H., Widiputri, D.I., and Siregar A.R.2019. Bioavtur Synthesis from Fatty Acid Distillate through Hydrotreating and Hydrocracking Processes. *Indonesian Journal of Energy*. 2 (2) : 99-100.
- Sari, H.I., Muzakky, dan Sukarna, I.M. 2017. Analisis Hasil Desorpsi Ion SiF_6^{2-} dari Limbah Gel Fasilitas Pemurnian Zirkonium Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Kimia Dasar*. 6 (2) : 38-40.
- Sharma, R., Bisen, D.P., Shukla, U., and Sharma, B.G. 2012. X-ray Diffraction : A powerfull Method of Characterizing Nanomaterials. *Recent Research in Science and Technology*. 4 (8) : 77-78.
- Sembiring, S., Laili., Endah, Suwarni., Simanjuntak, W., and Situmeang, R. 2019. Preliminary Study on Functional Groups Characteristic of Asphalt Containing Rice Husk Silica. *Journal Of Technomaterials Physics*. 1 (1) : 65-66.
- Sigwadi, R.A., Mavundia, S.E., Moloto, N., and Mokrani, T. 2016. Synthesis of Zirconia –based solid acid nanoparticles for Fuel cell aplication. *Journal of Energy in Southern Africa*. 27 (2) : 60-61.
- Silalahi, D., Supeno, M., and Taufik, M. 2021. Conversion of Palm Oil (CPO) into Fuel Biogasoline Trough Thermal Cracking Using a Catalyst Based Na-Bentonite and Limestone of Soil Limestone NTT. *International Journal of Biological, Physical and Chemical Studies (JBPCS)*. 3 (02) : 1-2.
- Singh, H.K.G., Yusup,S., Quitain.A.T., Abdullah,B., Ameen,M., Sasaki, M., Kida, T., and Cheah, K,W. 2020. Biogasoline production from linoleic acid via catalytic cracking over nickel and copper-doped ZSM-5 catalysts. *International Journal of environmental research*. 186 (2020) :1-2.
- Siswahyu, A., dan Hendrawati, T.Y. 2014. Pemilihan Prioritas Bahan Baku Bioavtur di Indonesia dengan Metode Analytical Hierarki Process (AHP). *Jurnal Teknologi*. 06 (02) : 137-138.
- Sulistiyono, B. 2005. Pembuatan Zirkon Tetraklorida dari Pasir Zirkon Dengan Proses Kering Secara Langsung. *Jurnal Ganendra*. 08 (01) : 15-16.
- Suparman, W., Sri, R., Sundhani, E., and Saputri, S.D. 2015. The use of Fourier Transform Infra red Spectroscopy (FTIR) and Gas Chromatography and

Mass Spectroscopy (GCMS) for Halal Authentication in Imported Chocolate with Various Variants. *J.Food Pharm, Sci.* (2) : 6-11.

Sydorchuck, V., Janusz, S., Khalameida, S., Skwarek, E., Zieba, J.S., Leboda, R., and Zazhigalov, V. 2012. Synthesis, Structure and Some Properties of Zirconium Phosphate/Oxide Support Compositions. *Journal Therm Anal Calorim.* 2012 (108) : 1009-1012.

Wafi, M., dan Budianto, A. 2022. Produksi Biofuel dari palm oil dengan berbagai metode proses. *Jurnal Sains dan Teknologi.* 1 (4) : 369-370.

Wijanarko, A., Mawardi, D.A., dan Nasikin, M. 2006. Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis γ -Alumina. *Jurnal Makara Teknologi.* 10 (02) : 51-52.

Wijaya, K., Utami, M., Damayanti, A.K., Tahir, I., *et al.* 2022. Nickel- modified sulfated zirconia catalyst : Synthesis and application for transforming waste cooking oil into biogasoline via a hydrocracking process. *International Journal of Fuel.* 322 (2022) : 1-2.

Wijaya, K., Nadia, A., Dina, A., Pratiwi, A.F., Tikoalu, A.D., and 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. *Journal Catalysis.* 11 (1150) :1-2.