

**MODIFIKASI SILIKA DENGAN KHFTALAT SEBAGAI MATERIAL
PENGEMBAN KATALIS ZrS DAN APLIKASINYA PADA
HYDROCRACKING CPO MENJADI *BIOFUEL***

SKRIPSI

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



OLEH :

ANDINI BERLIANI

08031181924020

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**MODIFIKASI SILIKA DENGAN KHFTALAT SEBAGAI MATERIAL
PENGEMBAN KATALIS ZrS DAN APLIKASINYA PADA
HYDROCRACKING CPO MENJADI BIOFUEL**

SKRIPSI

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

Oleh:

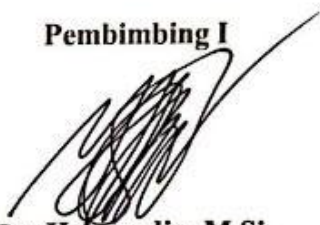
ANDINI BERLIANI

08031181924020

Indralaya, 30 Maret 2023

Mengetahui,

Pembimbing I


Dr. Hasanudin, M.Si.
NIP. 197205151997021003

Pembimbing II


Widia Purwaningrum, M.Si.
NIP. 197304031999032001

Dekan FMIPA


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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Modifikasi Silika dengan KHFtalat sebagai Material Pengemban Katalis ZrS dan Aplikasinya pada *Hydrocracking* CPO menjadi *Biofuel*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Maret 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 30 Maret 2023

Ketua :

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

NIP. 196912251997022001

()

Sekretaris :

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

NIP. 196708211995121001

()

Pembimbing :

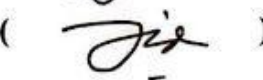
1. **Dr. Hasanudin, M.Si**

NIP. 197205151997021003

()

2. **Widia Purwaningrum, M.Si**

NIP. 197304031999032001

()

Penguji :

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

NIP. 196404301990031003

()

2. **Dr. Ferlinahayati, M.Si**

NIP. 197402052000032001

()

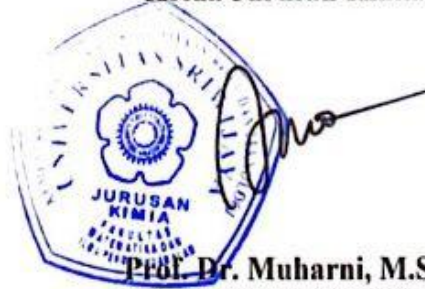
Mengetahui,

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 : Andini Berliani

NIM : 08031181924020

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 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, 30 maret 2023

Penulis,



Andini Berliani

NIM. 08031181924020

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

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

Nama Mahasiswa : Andini Berliani
NIM : 08031181924020
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Modifikasi Silika dengan KHFtalat sebagai Material Pengemban Katalis ZrS dan Aplikasinya pada *Hydrocracking* CPO menjadi *Biofuel*” 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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 30 Maret 2023

Penulis,



Andini Berliani

NIM. 08031181924020

SUMMARY

MODIFICATION OF SILICA WITH KHPHTHALATE AS ZrS CATALYST CARRYING MATERIAL AND ITS APPLICATION IN CPO HYDROCRACKING INTO BIOFUEL

Andini Berliani : Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si. and Widia Purwaningrum, M.Si.

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

XVI + 68 pages + 11 pictures + 2 tables + 9 attachments

The preparation of zirconium sulfide catalysts has been carried out with various modifications of silica on the catalyst using potassium hydrogen phthalate as the supporting agent, namely ZrS-SiO₂, ZrS-SiO₂ template method potassium hydrogen phthalate and ZrS-SiO₂ chelate method potassium hydrogen phthalate. The purpose of this study was to apply the catalyst during the hydrocracking process in the conversion of CPO into biofuels and to characterize the catalyst using acidity, XRD and FTIR tests. The performance of the catalyst is shown in the hydrocracking process in the conversion of CPO into biofuel which is measured using GCMS. The results of the XRD characterization revealed that the catalyst peaks in the sample ZrS-SiO₂ = 21.1°, ZrS-SiO₂ template method potassium hydrogen phthalate = 21,770° and ZrS-SiO₂ chelate method potassium hydrogen phthalate = 21.7°. This is in accordance with JCPDS no. 33-1161 that at 2θ:17-30° indicates the presence of silica groups. There are also peaks on ZrS-SiO₂ = 30.2° and 50.13°, in the ZRS-Sio2 KHftalat template method = 20.66°, 28.25°, 30.11°, 31.31°, and 36,03 °. This is in accordance with JCPDS no. 06-0266 that at 20-55° indicates the presence of zircon metal. Catalyst ZrS-SiO₂ khelat method potassium hydrogen phthalate obtained amorphous silica, whereas in the ZrS-SiO₂ template method KHftalat potassium hydrogen phthalate produces crystalline silica. The highest total acidity analysis results on the ZrS-SiO₂ catalyst of 1.2106 mmol/g and the highest surface acidity analysis on the ZrS-SiO₂ template method potassium hydrogen phthalate of 0.1299 mmol/g. Characterization using FTIR showed that there were differences in the acidity of the catalyst before and after pyridine adsorption. The results of the analysis using GCMS on the ZrS-SiO₂ template method potassium hydrogen phthalate had the highest conversion of 90.01% with the lowest liquid yield of 31.81%, whereas the ZrS-SiO₂ chelate method potassium hydrogen phthalate has the lowest conversion of 85.66% with the highest liquid yield of 53.03%.

Keywords : CPO, Hydrocracking, ZrS, Biofuel

Citation : 71 (2006-2022)

RINGKASAN

MODIFIKASI SILIKA DENGAN KHFTALAT SEBAGAI MATERIAL PENGEMBAN KATALIS ZrS DAN APLIKASINYA PADA *HYDROCRACKING* CPO MENJADI *BIOFUEL*

Andini Berliani : Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si. dan Widia Purwaningrum, M.Si.

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

XVI + 68 halaman + 11 gambar + 2 tabel + 9 lampiran

Pembuatan katalis zirkonium sulfida telah dilakukan dengan berbagai modifikasi silika pada katalis menggunakan KHFTalat sebagai bahan pengemban yaitu ZrS-SiO₂, ZrS-SiO₂ metode *template* KHFTalat dan ZrS-SiO₂ metode khelat KHFTalat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan katalis pada saat proses *hydrocracking* dalam konversi CPO menjadi *biofuel* serta karakterisasi katalis menggunakan uji keasaman, XRD dan FTIR. Kinerja katalis ditunjukkan pada proses *hydrocracking* dalam konversi CPO menjadi *biofuel* yang diukur menggunakan GCMS. Hasil karakterisasi XRD diketahui puncak-puncak katalis pada sampel ZrS-SiO₂ = 21,1°, ZrS-SiO₂ metode *template* KHFTalat = 21,770° dan ZrS-SiO₂ metode khelat KHFTalat = 21,7°. Hal ini sesuai dengan JCPDS no. 33-1161 bahwa pada sudut 2θ:17-30° menandakan adanya gugus silika. Terdapat pula puncak-puncak pada ZrS-SiO₂ = 30,2° dan 50,13°, pada ZrS-SiO₂ metode *template* KHFTalat = 20,66°, 28,25°, 30,11°, 31,31°, serta 36,03°. Hal ini sesuai dengan JCPDS no. 06-0266 bahwa pada sudut 20-55° menandakan adanya logam zirkon. Katalis ZrS-SiO₂ metode khelat KHFTalat didapatkan silika amorf, sedangkan pada katalis ZrS-SiO₂ metode *template* KHFTalat menghasilkan silika yang berbentuk kristalin. Hasil analisis keasaman total tertinggi pada katalis ZrS-SiO₂ sebesar 1,2106 mmol/g dan analisis keasaman permukaan tertinggi pada katalis ZrS-SiO₂ metode *template* KHFTalat sebesar 0,1299 mmol/g. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan terjadinya perbedaan sifat keasaman katalis sebelum dan setelah penyerapan piridin. Hasil analisis menggunakan GCMS pada katalis ZrS-SiO₂ dengan *template* KHFTalat memiliki konversi tertinggi sebesar 90,01% dengan *yield* cair terendah sebesar 31,81%, sedangkan katalis ZrS-SiO₂ metode khelat KHFTalat memiliki konversi terendah sebesar 85,66% dengan *yield* cair tertinggi sebesar 53,03%.

Kata kunci : CPO, *Hydrocracking*, ZrS, *Biofuel*

Kutipan : 71 (2006-2022)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

“Cukuplah Allah menjadi Penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik Pelindung”

(Q.S Ali ‘Imran : 173)

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Kedua orang tua (Bapak dan Mamah)

dan

Diri saya sendiri

“Jangan pernah menyerah jika kamu masih ingin mencoba. Jangan biarkan penyesalan datang karena kamu selangkah lagi untuk menang. Terkadang kesulitan harus kamu rasakan dulu sebelum kebahagiaan yang sempurna datang kepadamu” -RA. Kartini-

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nyalah, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Modifikasi Silika dengan KHFtalat sebagai Material Pengemban Katalis ZrS dan Aplikasinya pada *Hydrocracking* CPO menjadi *Biofuel*”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta umat muslim yang mengikuti ajaran hingga akhir zaman. Penulis menyadari bahwa karya manusia tak luput dari ketidaksempurnaan, keterbatasan, kekurangan serta rintangan dalam penyelesaian proses penyusunan. Namun berkat bantuan, bimbingan, motivasi, semangat, saran dan kerjasama dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan masukan dari awal penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.
5. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak bantuan dari awal perkuliahan hingga tersusunnya skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si dan Ibu Dr.Ferlinahayati, M.Si selaku dosen pembahas seminar hasil dan sidang sarjana.
7. Seluruh Dosen FMIPA jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu selama masa kuliah.

8. Kedua orang tua dan kakak yang telah memberikan banyak doa, harapan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dan studi ini.
9. Mbak Novi dan Kak Iin selaku Admin Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses kelengkapan administrasi atau syarat yang diperlukan selama masa perkuliahan.
10. Pemilik NIM 08031181924062 selaku partner segala situasiku, yang saat ini masih berjuang dalam penyembuhan dan pemulihan semoga selalu diberikan kemudahan dan semoga cepat menyelesaikan perkuliahannya.
11. Team Biofuel Research Zirkonium KHFTalat dan EDTA (Selvi, Dhea, Muti, Azriel dan Afgan) terimakasih telah menjadi the best research team, semoga kalian sukses selalu.
12. Teman-temanku (Atul, Rafi, Liti, Risfa dan Sorea) terimakasih telah memberikan banyak warna dan rasa diperkuliahan ini, sukses selalu ya.
13. Angkatan 19 Kimia yang telah melewati kebersamaan , perjuangan dan kerjasama, semoga sukses selalu.
14. Terakhir untuk diriku sendiri, terimakasih telah kuat dan berani untuk sampai dititik ini. Semangat untuk dunia selanjutnya.

Semoga bimbingan dan masukan yang diberikan kepada penulis dapat menjadi amal kebaikan yang di ridhoi Allah SWT. Akhirnya dengan kerendahan hati penulis meminta maaf apabila dalam penulisan ini terdapat kekhilafan dan kata yang menyinggung hati. Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 30 maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
SUMMARY	vi
RINGKASAN	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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 Silika	4
2.2 Zirkonium Sulfida	5
2.3 Kalium Hidrogen Ftalat	7
2.4 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	7
2.5 <i>Hydrocracking</i>	8
2.6 <i>Biofuel</i>	10
2.6.1 <i>Biogasoline</i>	11
2.6.2 <i>Bioavtur</i>	12
2.7 Karakterisasi Katalis	13
2.7.1 Analisis Uji Keasaman	13
2.7.2 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	13

2.7.3 <i>Fourier Transformed Infrared (FTIR)</i>	14
2.7.4 <i>Gas Chromatography and Mass Spectroscopy (GC-MS)</i>	15
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan	17
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1 Preparasi Silika	17
3.3.1.1 SiO ₂	17
3.3.1.2 SiO ₂ Metode <i>Template</i> KHFtalat	18
3.3.1.3 ZrO ₂ -SiO ₂ Metode Khelat KHFtalat	19
3.3.2 Sintesis Katalis	19
3.3.2.1 Sintesis Katalis ZrS-SiO ₂	19
3.3.2.2 Sintesis Katalis ZrS-SiO ₂ Metode <i>Tamplate</i> KHFtalat	20
3.3.2.3 Sintesis Katalis ZrS-SiO ₂ Metode Khelat KHFtalat	21
3.3.3 Karakterisasi Katalis	22
3.3.3.1 Uji Keasaman Katalis Menggunakan Ammonia	22
3.3.3.2 Uji Keasaman Katalis Menggunakan Piridin	22
3.3.3.3 Karakterisasi Katalis Menggunakan XRD	23
3.3.3.4 Karakterisasi Katalis Menggunakan FTIR	23
3.3.4 <i>Hydrocracking</i>	23
3.4 Analisis Data	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Preparasi Silika	25
4.2 Impregnasi ZrS pada SiO ₂	25
4.3 Karakterisasi Menggunakan XRD	26
4.4 Analisis Keasaman Katalis	27
4.5 Karakterisasi Katalis Menggunakan FTIR	29
4.6 Proses <i>Hydrocracking</i> CPO Menggunakan Katalis	31
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35

5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Katalitik <i>Hydrocracking</i> CPO	9
Gambar 2. Skema Difraksi Sinar-X pada XRD	13
Gambar 3. Skema Alat Spektroskopi FTIR	15
Gambar 4. Sampel Silika	25
Gambar 5. Produk Katalis	26
Gambar 6. Difraktogram XRD Katalis	26
Gambar 7. Spektra FTIR Katalis Sebelum Menyerap Piridin	29
Gambar 8. Spektra FTIR Katalis Setelah Menyerap Piridin	30
Gambar 9. Spektra FTIR Katalis Sebelum dan Setelah Menyerap Piridin	31
Gambar 10. Kromatogram GCMS CPO	32
Gambar 11. Kromatogram GCMS Minyak hasil <i>Hydrocracking</i> dari Katalis	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis Keasaman pada Katalis	28
Tabel 2. Konversi dan Rendemen Produk Hasil Hydrocracking CPO	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Flowchart Prosedur Penelitian.....	43
Lampiran 2. Grafik Analisis XRD.....	49
Lampiran 3. Perhitungan Keasaman Menggunakan Ammonia.....	52
Lampiran 4. Perhitungan Keasaman Menggunakan Piridin.....	53
Lampiran 5. Grafik Analisis FTIR Sebelum Absorpsi Piridin.....	54
Lampiran 6. Grafik Analisis FTIR Setelah Absorpsi Piridin.....	56
Lampiran 7. Perhitungan Konversi dan Rendemen Produk Hasil.....	58
Lampiran 8. Grafik Analisis GCMS.....	59
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi energi dunia pada masa ini mengalami peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini membuat penurunan cadangan bahan bakar dan meningkatnya masalah pada lingkungan. Beberapa dekade terakhir, energi bahan bakar yang berasal dari fosil telah menjadi sumber energi utama di seluruh dunia. Namun, bahan bakar yang tidak terbarukan diproyeksikan akan segera habis karena pertumbuhan penduduk yang cepat dan perkembangan ekonomi yang semakin meningkat (Shaah *et al.*, 2021). Eksploitasi sumber energi fosil secara kontinu akan menekan penyediaan sumber energi untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa yang akan mendatang (Rohmah *et al.*, 2012). Penipisan cadangan energi dari fosil memunculkan potensi pengembangan bahan bakar terbarukan dari minyak nabati (Tambun *et al.*, 2017) seperti minyak kedelai, biji kapas, kacang tanah, bunga matahari, rapeseed, wijen, jagung, zaitun, kelapa sawit, inti sawit, kelapa, biji rami, dan jarak (Said *et al.*, 2015).

Minyak sawit merupakan salah satu minyak nabati yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari (Bangun *et al.*, 2020). Pengembangan penelitian produksi bahan bakar nabati atau biofuel dari *crude palm oil* (CPO) telah menarik banyak ilmuwan dan peneliti. Asam lemak yang terikat pada struktur trigliserida pada CPO dapat diubah menjadi biogasoline (C₆-C₁₂), bioavtur (C₁₂-C₁₄) atau bahan bakar lainnya melalui proses pemutusan rantai karbon pada asam lemak, sehingga melalui CPO dapat dihasilkan produk turunan yang serupa dengan hasil proses bahan bakar fosil (Jujarama *et al.*, 2014). Penggunaan minyak sawit sebagai bahan pembuatan biofuel memiliki beberapa keunggulan seperti biaya produksi yang lebih murah, metode produksi yang singkat, dan ramah lingkungan. Selain itu, minyak sawit merupakan sumber daya terbarukan yang sangat melimpah (Kaniapan *et al.*, 2021).

Indonesia merupakan salah satu produsen terbesar di dunia untuk menghasilkan minyak sawit. Minyak sawit dapat dikonversi menjadi *biofuel* seperti *biogasoline*, minyak tanah dan *biodiesel* (Tambun *et al.*, 2017). Proses

pembuatan *biofuel* dari minyak sawit dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti esterifikasi, transesterifikasi, dan perengkahan. *Cracking* atau perengkahan adalah suatu proses pemecahan senyawa hidrokarbon yang memiliki berat molekul tinggi menjadi senyawa dengan berat molekul lebih rendah dengan cara memutuskan ikatan pada rantai karbon (Silalahi *et al.*, 2021). Terdapat tiga proses perengkahan yang dapat digunakan untuk melakukan konversi minyak sawit menjadi biofuel, seperti perengkahan hidro, perengkahan termal dan perengkahan katalitik (Panda *et al.*, 2010). *Hydrocracking* dapat dilakukan dengan metode termal dan katalitik. *Hydrocracking thermal* membutuhkan suhu yang sangat tinggi sedangkan *hydrocracking catalytic* dilakukan dengan suhu yang relatif lebih rendah dan menggunakan katalis (Hauli *et al.*, 2020).

Saat ini katalis yang banyak dikembangkan untuk proses *hydrocracking* adalah zeolit, aluminosilikat amorf (Pereyima *et al.*, 2015) dan oksida logam seperti zirkonia (ZrO_2). ZrO_2 dimodifikasi dengan asam sulfat untuk meningkatkan keasamannya dan membentuk zirkonia sulfat (SZ) (Hauli *et al.*, 2020) yang kemudian dihidrogenasi sehingga menghasilkan zirkonium sulfida. Pada saat sintesis katalis zirkonium sulfida, tahap awal adalah dilakukan proses gelatinasi silika. Silika dapat berperan sebagai pendukung katalis. Selain itu, digunakannya silika karena memiliki luas permukaan yang tinggi, stabilitas termal dan mekanik yang baik, keseragaman distribusi pori yang tinggi, kapasitas adsorpsi yang tinggi, dan jaringan pori yang teratur untuk difusi substrat dan produk reaksi (da Silva Neto *et al.*, 2016). Proses gelatinasi dan preparasi katalis ini memerlukan agen pengkhelat (senyawa organik atau anorganik) yang memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam sehingga membentuk struktur kompleks (Flora and Pachauri, 2010).

Agen pengkhelat telah digunakan di berbagai bidang industri untuk pembuatan katalis, seperti industri nuklir, farmasi serta pada proses hidroklorinasi, oksidasi, dan hidrogenasi,. Penggunaan bahan pengkhelat dapat meningkatkan aktivitas dan selektivitas katalis (Alayat *et al.*, 2018) karena agen pengkhelat memiliki kemampuan untuk mengkomplekskan ion logam dengan mengelilinginya dengan satu atau lebih struktur cincin. Proses khelasi menghasilkan pembentukan kompleks logam/khelat dengan stabilitas tinggi

(Mahmoud *et al.*, 2011). Salah satu agen pengkhelat yang dapat digunakan adalah kalium hidrogen ftalat (KHFtalat). Selain sebagai agen pengkhelat, KHFtalat berperan sebagai *template* dikarenakan memiliki stabilitas kimia yang tinggi dan sifat kinetik yang baik (Sajikumar *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk modifikasi silika dengan KHFtalat sebagai material pengemban katalis ZrS dan aplikasinya pada *hydrocracking* CPO menjadi *biofuel*. Katalis zirkonium sulfida disintesis dengan berbagai variasi seperti ZrS-SiO₂, ZrS-SiO₂ metode *template* KHFtalat dan ZrS-SiO₂ metode khelat KHFtalat yang kemudian akan dilakukan uji keasaman menggunakan ammonia dan piridin serta karakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fourier Transformed Infrared* (FTIR).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat keasaman katalis ZrS-SiO₂, ZrS-SiO₂ metode *template* KHFtalat dan ZrS-SiO₂ metode khelat KHFtalat menggunakan uji keasaman?
2. Bagaimana karakteristik beberapa variasi katalis zirkonium sulfida dengan karakterisasi menggunakan XRD dan FTIR?
3. Bagaimana kinerja katalis zirkonium sulfida terhadap aktivitas katalitik *hydrocracking* CPO menjadi *biofuel*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan sifat keasaman katalis zirkonium sulfida dengan uji keasaman menggunakan ammonia dan piridin.
2. Melakukan uji karakteristik katalis zirkonium sulfida dengan karakterisasi menggunakan XRD dan FTIR.
3. Melakukan uji aktivitas katalis zirkonium sulfida pada proses produksi *biofuel* melalui proses *hydrocracking* CPO.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap upaya perkembangan energi terbarukan seperti *biofuel* yang dihasilkan dari *Crude Palm Oil* (CPO) melalui proses *hydrocracking* dengan menggunakan katalis silika termodifikasi zirkonium sulfida dengan KHFtalat sebagai material pengemban.

DAFTAR PUSTAKA

- A'isyah, A., Mahatmanti, W., & Widiarti, N. (2018). Perbedaan Aktivitas Katalitik S-ZrO₂, S-ZA, dan S-ZrO₂/ZA dalam Reaksi Esterifikasi Minyak Jelantah. *J. Chem. Sci*, 7(3), 287-289.
- Aboul-Gheit, A. K., El-Desouki, D. S., Abdel-Hamid, S. M., Ghoneim, S. A., Ibrahim, A. H., & Gad, F. (2012). U Sulfated Zirconia Catalysts for Low Temperature Isomerization of n-Pentane. *ResearchGate*, 55(5), 509.
- Alayat, A. M., Echeverria, E., McIlroy, D. N., & McDonald, A. G. (2018). Characterization and catalytic behavior of EDTA modified silica nanosprings (NS)-supported cobalt catalyst for Fischer-Tropsch CO-hydrogenation. In *Journal Of Fuel Chemistry and Technology*, 46(8), 957.
- Alhassan, F. H., Rashid, U., Al-Qubaisi, M. S., Rasedee, A., & Taufiq-Yap, Y. H. (2014). The effect of sulfate contents on the surface properties of iron-manganese doped sulfated zirconia catalysts. *Powder Technology*, 253, 809.
- Aziz, I. T. A., Saputri, W. D., Trisunaryanti, W., Sudiono, S., Syoufian, A., Budiman, A., & Wijaya, K. (2022). Synthesis of nickel-loaded sulfated zirconia catalyst and its application for converting used palm cooking oil to gasoline via hydrocracking process. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 66(1), 101–102.
- Bangun, S. Z. B., Hidayat, T., & Akim. (2020). The European Union Trade Protection On Indonesian Crude Palm Oil (CPO) Import. *Jurnal Paradigma Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 3(1).
- Bora, K. D., Saha, R., Saikia, M., Shyam, B., & Bikash, B. (2014). Biofuel production from *Mesua ferrea* L seed oil. *International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)*, 2(9), 397.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. In *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299. Taylor and Francis Ltd.
- Candraningrat, I. D. A. A. D, Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode GC-MS Dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait dengan Aspek Forensik dan Klinik. *Jurnal Kimia*, 15(1), 16.
- da Silva Neto, A. V., Leite, E. R., da Silva, V. T., Zotin, J. L., & Urquieta-González, E. A. (2016). NiMoS HDS catalysts – The effect of the Ti and Zr incorporation into the silica support and of the catalyst preparation

- methodology on the orientation and activity of the formed MoS₂ slabs. *Applied Catalysis A: General*, 528, 75.
- Dole, M. N., Priyanka, A., Sanjay, D., Sawant, Priyanka, S., & Shedpure. (2011). Advance Applications of Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 7(2), 159-160.
- Eddy, D. R., Rostika, A., Dan, N., & Janati, D. (2016). Sintesis Silika Metode Sol-Gel Sebagai Penyangga Fotokatalis TiO₂ Terhadap Penurunan Kadar Kromium dan Besi Abstrak Sintesis Silika Metode Sol-Gel sebagai Penyangga Fotokatalis TiO₂. In *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(2), 83.
- Eterigho, E. J., Farrow, T. S., & Ejejigbe, S. E. (2017). Sulphated Zirconia Catalyst Prepared from Solid Sulphates by Non-aqueous Method. *Iranica Journal of Energy and Environment*, 8(2), 142,
- Fan, D., Lan, Y., Tratnyek, P. G., Johnson, R. L., Filip, J., O'Carroll, D. M., Nunez Garcia, A., & Agrawal, A. (2017). Sulfidation of Iron-Based Materials: A Review of Processes and Implications for Water Treatment and Remediation. In *Environmental Science and Technology*, 51(22), 13070. American Chemical Society.
- Fayrus, M., Yusuf Putra Santoso, A., Muljani, S., Timur, J., & Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, J. (2020). Sintesis Komposit Titania Silika dengan Proses Sol Gel. In *Journal of Chemical and Process Engineering ChemPro Journal*, 1(1), 38-39.
- Flora, S. J. S., & Pachauri, V. (2010). Chelation in metal intoxication. In *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(7), 2745.
- Glazneva, T. S., Kotsarenko, N. S., & Paukshtis, E. A. (2008). Surface acidity and basicity of oxide catalysts: From aqueous suspensions to in situ measurements. *Kinetics and Catalysis*, 49(6), 859.
- Hasanudin, H., Asri, W. R., Fanani, Z., Adisti, S. J., Hadiyah, 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.
- Hasanudin, H., 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 Phosphide-Modified Bentonite. *RSC Advances*, 12(34), 21916–21920.
- Hasanudin, H., Rachmat, A., Said, M., & Wijaya, K. (2020). Kinetic model of crude palm oil hydrocracking over ni/mo zro₂ –pillared bentonite catalyst. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 64(2), 239.

- Hauli, L., Wijaya, K., & Syoufian, A. (2020). Fuel production from LDPE-based plastic waste over chromium supported on sulfated zirconia. *Indonesian Journal of Chemistry*, 20(2), 422.
- Hendrawati, T. Y., Siswahyu, A., & Ramadhan, A. I. (2017). Pre-Feasibility Study Of Bioavtur Production With HEFA Process In Indonesia. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 6(4), 91.
- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, & Tallei, T. (2021). Gc-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Analysis Of Nut Grass Tuber (Cyperus Rotundus L.) Methanolic Extract. *Pharmacon*, 10(2), 850-851.
- Ifa, L., Badawing, M., Jumrawati S, & Mustafiah, M. (2021). Pengaruh Suhu dan Bobot Katalis Hidrogenasi Minyak Inti Sawit sebagai Bahan Pelunak Kompon Karet. *Journal of Chemical Process Engineering*, 6(1), 25-28.
- Jujarama, Wijaya, K., Shidiq, M., Fahrurrozi, M., & 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.
- Kadarwati, S., & Wahyuni, S. (2015). Characterization and performance test of palm oil based bio-fuel produced via ni/zeolite-catalyzed cracking process. *International Journal of Renewable Energy Development*, 4(1), 32.
- Kaniapan, S., Hassan, S., Ya, H., Nesan, K. P., & 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. In *Sustainability (Switzerland)*, 13(6), 2. MDPI AG.
- Kretzschmar, I., Schröder, D., Schwarz, H., & Armentrout, P. B. (2006). Gas-phase thermochemistry of the early cationic transition-metal sulfides of the second row: YS^+ , ZrS^+ , and NbS^+ . *International Journal of Mass Spectrometry*, 263.
- Kumar, A., Raj Tripathi, A., Singhal, S., Prasad Badoni, R., & Agarwal, S. (2017). Hydrothermal Synthesis of Mesoporous sulphated Zirconia. *International Journal of ChemTech Research*, 10(7), 350.
- Kumar, S. K., Saravanan, A. K., Pradhan, R., Suresh, R., & Senthilnathan, K. (2019). Characterization of Al-SiO₂ Composite Material . *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 9(2), 2972.
- 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. In *Biofuel Research Journal*, 3(1)333–339. Green Wave Publishing of Canada.

- Kurnia, M., Adibah, N., & Anafiesma, A. P. (2019). Penentuan Situs Asam Bronsted-Lewis dari ZSM-5 yang Disintesis Menggunakan Kaolin Bangka Secara Langsung Tanpa Template Organik. *Research Gate*.
- Lestari, M. F. (2018). Studi Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Sintesis Katalis Asam Heterogen Zirkonia Tersulfatasi (SO_4/ZrO_2) dari Jenis Prekursor Zirkonium Oksida (ZrO_2). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 4(2).
- Lestari, S., Sundaryono, A., Elvia, R., & Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP Universitas Bengkulu, P. (2019). Preparasi dan Karakterisasi Katalis Mo-Ni/HZ dengan Metode Impregnasi untuk Cracking Katalitik Minyak Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit menjadi Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 3(1), 91–97.
- Li, J. J., Zhang, H., Tang, X. D., & Lu, H. (2016). Adsorptive desulfurization of dibenzothiophene over lignin-derived biochar by one-step modification with potassium hydrogen phthalate. *RSC Advances*, 6(102), 10035. <https://doi.org/10.1039/c6ra20220a>
- Mae Berina, L. I., Angelika Marie Ricohermoso, S. D., Charmaine Tejada, V. A., Jay Bautista, C. C., & Abigail P, C. A. (2018). Biodegradability Study of Potassium Hydrogen Phthalate and Benzene Using BOD5 Seed as Inoculum. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 09(3), 1.
- Mahmoud, M. A., Nasr-El-Din, H. A., de Wolf, C. A., LePage, J. N., & Bemelaar, J. H. (2011). Evaluation of a new environmentally friendly chelating agent for high-temperature applications. *SPE Journal*, 16(3), 559–574.
- Mishra, A., Patil, H., and Jain, G. (2014). XRD, LPF and FTIR Investigation of Mn-Bi Alloy. *Journal of Physics:Conference Series 534* , 1-2.
- Mujagić, D., Imamović, A., & Hadžalić, M. (2021). Journal of Sustainable Technologies and Materials Original scientific paper Properties of Austenite Stainless Steel Microalloyed With Tellurium And Zirconium. *Journal of Sustainable Technologies and Materials*, 20(1), 20–29.
- Mukminin, A., Megawat, E., Warsa, I. K., Yuniarti., Umara, W. A., & Islamiati, D. (2022). Analisis Kandungan Biodiesel Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi Katalis NaOH Menggunakan GC-MS. *Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 8(1), 147-148.
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M., & Darminto. (2012). Uji Xrd dan Xrf Pada Bahan Meneral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)* , 2(1).

- Nugroho, A. P. P., Fitriyanto, D., & Roesyadi, A. (2014). Pembuatan Biofuel dari Minyak Kelapa Sawit melalui Proses *Hydrocracking* dengan Katalis Ni-Mg/ γ -Al₂O₃. *Jurnal Teknik Pomit*, 3(2), 117.
- Panda, A. K., Singh, R. K., & Mishra, D. K. (2010). Thermolysis of waste plastics to liquid fuel. A suitable method for plastic waste management and manufacture of value added products-A world prospective. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 14, Issue 1, pp. 233–248).
- Pereyma, V. Y., Dik, P. P., Klimov, O. v., Budukva, S. v., Leonova, K. A., & Noskov, A. S. (2015). Hydrocracking of vacuum gas oil in the presence of catalysts NiMo/Al₂O₃-amorphous aluminosilicates and NiW/Al₂O₃-amorphous aluminosilicates. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 88(12), 1970–1972.
- Poerwadi, B., Kartikowati, C. W., Oktavian, R., & Novaresa, O. (2020). Manufacture of a hydrophobic silica nanoparticle composite membrane for oil-water emulsion separation. *International Journal of Technology*, 11(2), 364–373.
- Purba, S. E., Wijaya, K., Trisunaryanti, W., & Pratika, R. A. (2021). Dealuminated and Desilicated Natural Zeolite as a Catalyst for Hydrocracking of Used Cooking Oil into Biogasoline. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 11(1), 75.
- Purnama, K. O., Setyaningsih, D., Hambali, E., & Taniwiryono, D. (2020). Processing, Characteristics, and Potential Application of Red Palm Oil - A review. *International Journal of Oil Palm*, 3(2), 42–43.
- Rahman, A., Arryanto, Y., Juwono, A. L., & Roseno, S. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Organolempung dari Bentonit Indonesia. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16(1).
- Rajwanti, & Tyagi, D. (2022). Nano sulfated zirconia over silica for highly effective nano sulfated zirconia. *International Journal of Health Sciences*, 8492–8500.
- Ristianingsih, Y., Hidayah, N., & Sari, F. W. (2015). Pembuatan Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* (CPO) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Melalui Proses Transesterifikasi langsung. *Jurnal Teknologi Argo-Industri*, 2(1).
- Rodionova, M. v., Poudyal, R. S., Tiwari, I., Voloshin, R. A., Zharmukhamedov, S. K., Nam, H. G., Zayadan, B. K., Bruce, B. D., Hou, H. J. M., & Allakhverdiev, S. I. (2017). Biofuel production: Challenges and opportunities. In *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(12), 8455–8456.
- Rohmah, E. N., Rochmat, A., & Sumbogo, S. D. (2012). Bio-gasoline from Catalytic Hydrocracking Reaction of Waste Cooking Oil Using Bayah

- Natural Zeolite. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 2012(3), 202–205.
- 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. In *Indonesian Journal of Energy* (Vol. 2, Issue 2).
- Sadighi, S., Mohaddecy, S. R. S., & Abbasi, A. (2018). Modeling and optimizing a vacuum gas oil hydrocracking plant using an artificial neural network. *International Journal of Technology*, 9(1), 99–109.
- Said, N. H., Ani, F. N., & Said, M. F. M. (2015). Review of the production of biodiesel from waste cooking oil using solid catalysts. In *Journal of Mechanical Engineering and Sciences* (Vol. 8, pp. 1302–1311).
- Sajikumar, A. C. (2016). Piezoelectric and Mechanical Properties of Potassium Hydrogen Phthalate Single Crystal. *International Journal of Physics and Applications*, 8(1), 53–57.
- 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.
- Shaah, M. A., Allafi, F., Hossain, M. S., Alsaedi, A., Ismail, N., Kadir, M. O. A., & Ahmad, M. I. (2021). Candelnut oil: review on oil properties and future liquid biofuel prospects. *International Journal of Energy Research*, 45(12), 17057–17079. <https://doi.org/10.1002/er.6446>
- Sihombing, J. L., Trisunaryanti, W., Purwono, S., Syoufyan, A., & Triyono, D. (2008). Sintesis dan Karakterisasi Katalis Nio-Coo-Moo/Zeolit Alam dan Nio-Moo-Coo/Zeolit Alam Dan Uji Katalisasi Pada Proses Hidrorengkang Pelumas Bekas (Synthesis and Characterization NiO-CoO-MoO/natural zeolite and NiO-MoO-CoO/natural zeolite And activity Catalysts for Hydrocracking Waste Lubricant Oil). In *Bmipa* (Vol. 18, Issue 2).
- Silalahi, D., Supeno, M., & Taufik, M. (2021). Conversion of Palm Oil (CPO) into Fuel Biogasoline through Thermal Cracking Using a Catalyst Based Na-Bentonite and Limestone of Soil Limestone NTT. *International Journal of Biological, Physical and Chemical Studies*.
- Sirajudin, N., Jusoff, K., Yani, S., Ifa, L., & Roesyadi, A. (2013). Biofuel production from catalytic cracking of palm oil. *World Applied Sciences Journal*, 26(26), 67–71.
- Sulistiyono, A., Wahyuni, S., Kasmui, D., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2018). Indonesian Journal of Chemical Science Sintesis dan Karakterisasi TiO₂ (Nanorod)-SiO₂ dan Aplikasinya dalam Cat Akrilik. In *J. Chem. Sci* (Vol. 7, Issue 1).

- Surahmaida, Sudarwati, T. P. L., & Junairiah. (2018). Analisis GCMS Terhadap Senyawa Fitokimia Ekstrak Metanol Ganoderma Lucidum. *Jurnal Kimia Riset*, 3(2), 147–155.
- Syafrianti, A., Lubis, Z., & Elisabeth, J. (2021). Study of Crude Palm Oil (CPO) Handling and Storage Process in Palm Oil Mills in an Effort to Improve CPO Quality and Reduce the Risk of Contaminants Formation. *J.Food Pharm.Sci*, 9(2), 461–470.
- Tambun, R., Gusti, O. N., Nasution, M. A., & Saptawaldi, R. P. (2017). Biofuel Production From Palm Olein by Catalytic Cracking Process Using ZSM-5 Catalyt. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(1), 50–55.
- Thiyagarajan, R., Mahaboob Beevi, M., & Anusuya, M. (n.d.). (2009). Nano structural characteristics of Zirconium Sulphide thin films. *Journal of American Science*, 5(6), 6-12.
- Verma, K., Akhtar, M., & Anehliya, A. (2021). Combination of FTIR Spectroscopy and Chemometric Method on Quantitative Approach - A Review. *Austin Journal of Analytical and Pharmaceutical Chemistry*, 8(1).
- Wahyu, M., Rahmad, H., & Gotama, G. jeremy. (2019). Effectof Cassava Biogasoline onFuel Consumption and CO Exhaust Emissions. *Automotive Experiences*, 2(3), 73–77.
- Widayanto, L. R., Datumaya, A., & Abidin, Z. (2016). Jurnal Pertahanan Analisis Bioavtur for Energy Security. *Journal Nasionalism & Integrity*, 2(3), 243–256.
- Widayat, Agus Saputro, S., Ginting, E. M., Annisa, A. N., & Satriadi, H. (2017). Biofuel production by catalytic cracking method using Zn/HZSM-5 catalyst. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(22).
- 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 MDPI*, 11(10).