

**PENGARUH JUMLAH LOGAM KOBALT DALAM KATALIS  
BENTONIT TERPILAR CoP TERHADAP KARAKTER KATALIS DAN  
AKTIVITAS KATALITIK HYDROCRACKING CPO MENJADI  
BIOGASOLINE**

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**INDRI RIMA SARI**

**08031181722018**

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

**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH JUMLAH LOGAM KOBALT DALAM KATALIS  
BENTONIT TERPILAR CoP TERHADAP KARAKTER KATALIS DAN  
AKTIVITAS KATALITIK HYDROCRACKING CPO MENJADI  
BIOGASOLINE**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**INDRI RIMA SARI**

**0801181722018**

**Indralaya, 08 Juli 2021**

**Pembimbing I**



**Dr. Hasanudin, M.Si  
NIP. 197205151997021003**

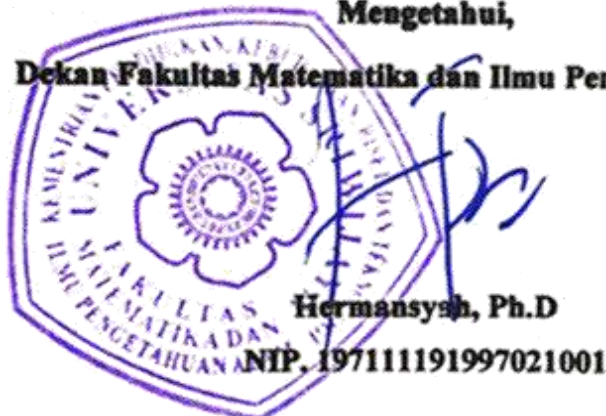
**Pembimbing II**



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

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pengaruh Jumlah Logam Kobalt dalam Katalis Bentonit Terpillar CoP Terhadap Karakter Katalis dan Aktivitas Katalitik *Hydrocracking* CPO Menjadi *Biogasoline*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 06 Juli 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 08 Juli 2021





### Ketua:

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

(  )

### Anggota:

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si**  
NIP. 197409282000121001
2. **Dr. Muhammad Said, M.T**  
NIP. 197407212001121001
3. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si**  
NIP. 197211092000032001
4. **Dr. Miksusanti, M.Si**  
NIP. 196807231994032003

(  )  
(  )  
(  )  
(  )



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Indri Rima Sari  
NIM : 08031181722018  
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, 08 Juli 2021

Penulis



Indri Rima Sari

NIM. 08031181722018

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

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

Nama Mahasiswa : Indri Rima Sari  
NIM : 08031181722018  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pengaruh Jumlah Logam Kobalt dalam Katalis Bentonit Terpillar CoP Terhadap Karakter Katalis dan Aktivitas Katalitik *Hydrocracking* CPO Menjadi *Biogasoline*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 08 Juli 2021

Yang menyatakan,



Indri Rima Sari

NIM. 08031181722018

## SUMMARY

### BENTONITE CoP SPILLED ON CATALYST CHARACTERS AND CATALYTIC ACTIVITIES OF HYDROCRACKING CPO TO BIOGASOLINE

Indri Rima Sari: Supervised by Dr. Hasanudin, M.Si and Dr. Addy Rachmat, M.Si  
Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya  
University

Xi + 89 pages, 12 pictures, 4 tables, 9 attachments

Natural bentonite is pilarized with cobalt phosphide to increase its ability hydrocracking catalysts. The pilarization of natural bentonite carried out using starting material Na-Bentonite. The pillaring agent cobalt metal was varried by 2, 4, 6, 8 and 10 mEq/g, then applied to the hydrocracking process. The results of the GC-MS analysis showed that the highest biogasoline conversion value among all catalyst is the Bentonite-CoP 6 mEq/g with a value of 81.22 %. Bentonit-CoP 6 mEq/g catalyst characterized using XRD, FTIR, SEM, and acidity analysis using pyridine. Characterization of Na-Bentonite and 6 mEq/g Bentonite-CoP catalyst using XRD showed a shift at an angle of  $2\theta$  from  $5.80^\circ$  to  $20.5^\circ$  which indicates change in the basal spacing of the material. Analysis of functional group using FTIR showed a distinctive peak at wave number  $782.7\text{ cm}^{-1}$ , indicating that the cation of the pillar agent in the form of  $\text{Co}^{3+}$  attached to the bentonite. SEM-EDS results showed that there were morphological and elemental changes in 6 mEq/g. Na-Bentonite and Bentonite-CoP. Na-Bentonite, has a uniform pore with a multi-layered shape. Bentonite-CoP 6 mEq/g has large pores on its surface. The Co element presence was confirmed by EDS at 1.17% and the P element 7.95%. The results of the acidity analysis of 6 mEq/g Na-Bentonite and Bentonite-CoP showed that there was an increase in the total acidity value of pillared bentonite after irrigating with pyridine from 0.01872 mol/g to 0.02106 mol/g. Bentonite-CoP 6 mEq/g catalyst showed the best results supported by changes in morphology and acidity on the solid surface.

**Keywords** : Bentonite, CoP, Pilarization, Hydrocracking, CPO, Biogasoline

Citation : 50 (2006 – 2020)

## RINGKASAN

### BENTONIT TERPILAR CoP TERHADAP KARAKTER KATALIS DAN AKTIVITAS KATALITIK HYDROCRACKING CPO MENJADI BIOGASOLINE

Indri Rima Sari: Dibimbing oleh Dr. Hasanudin, M.Si dan Dr. Addy Rachmat, M.Si  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas  
Sriwijaya

Xi + 89 halaman, 12 gambar, 4 tabel, 9 lampiran

Bentonit alam dipilarisasi dengan kobalt fosfida untuk meningkatkan kemampuan material sebagai katalis yang digunakan dalam proses *hydrocracking*. Proses pilarisasi bentonit alam dengan kobalt fosfida diawali dengan proses preparasi pada Na-Bentonit. Pilarisasi dilakukan dengan variasi jumlah logam kobalt 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g, kemudian diaplikasikan pada proses *hydrocracking*. Hasil analisa GC-MS menunjukkan katalis yang menghasilkan nilai konversi *biogasoline* paling tinggi diantara semua katalis yaitu katalis Bentonit-CoP 6 mEq/g dengan nilai sebesar 81,22 %. Katalis Bentonit-CoP 6 mEq/g dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, SEM, dan analisis derajat keasaman menggunakan piridin. Karakterisasi Na-Bentonit dan katalis Bentonit-CoP 6 mEq/g dengan XRD menunjukkan terjadinya pergeseran pada sudut  $2\theta$  dari  $5,80^\circ$  menjadi  $20,5^\circ$  yang menunjukkan adanya perubahan *basal spacing*. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR memperlihatkan adanya puncak khas pada bilangan gelombang  $782,7\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan adanya kation agen pemilar berupa  $\text{Co}^{3+}$  yang menempel pada bentonit. Hasil SEM-EDS menunjukkan adanya perubahan morfologi dan unsur pada Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g. Na-Bentonit semula memiliki pori yang seragam dengan bentuk yang berlapis-lapis. Katalis Bentonit-CoP 6 mEq/g memiliki pori-pori yang besar pada permukaannya. Adanya peningkatan unsur Co yang semula 0% menjadi 1,17% dan unsur P semula 0% menjadi 7,95%. Hasil analisis derajat keasaman pada Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/q menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan nilai keasaman total pada bentonit terpilar setelah dialiri piridin yang semula 0,01872 mol/g menjadi 0,02106 mol/g. Katalis Bentonit-CoP 6 mEq/g menunjukkan hasil terbaik yang didukung oleh perubahan morfologi dan keasaman pada permukaan padatnya.

**Kata kunci** : Bentonit, CoP, Pilarisasi, *Hydrocracking*, CPO, *Biogasoline*

Sitasi : 50 (2006 – 2020)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

- ❖ *Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang di kerjakannya... (Q.S. Al-Baqarah:286)*
- ❖ *“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”. (Q.S. Al-Insyirah: 6-7)*
- ❖ *Man Jadda Wajada (siapa yang bersungguh-sungguh pasti beruntung)  
Man Shabara Zhafira (siapa yang bersabar pasti beruntung)  
Man Sara Ala Darbi Washala (siapa menapaki jalan-Nya akan sampai ke tujuan)*

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- ✓ Allah SWT
- ✓ Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

- ✓ Mama, papa dan adikku tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan
- ✓ Seluruh keluarga besarku
- ✓ Pembimbing dan sahabat-sahabatku
- ✓ Ramapras yang selalu memberikan semangat dan dukungan
- ✓ Almamaterku (Universitas Sriwijaya)



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Jumlah Logam Kobalt dalam Katalis Bentonit Terpillar CoP Terhadap Karakter Katalis dan Aktivitas Katalitik *Hydrocracking* CPO Menjadi *Biogasoline*”. Tidak lupa pula shalawat beserta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alai Wa Sallam. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari berbagai hambatan dan rintangan yang saya hadapi. Namun, berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun moril, maka hambatan dan rintangan tersebut dapat teratasi dan saya mampu menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Hasanudin, M.Si** dan Bapak **Dr. Addy Rachmat, M.Si** yang telah membimbing sejak awal penyusunan skripsi ini hingga selesai. Terima kasih telah memberikan waktu, arahan, nasehat, saran, petunjuk, dukungan, dorongan, semangat, masukan, serta saran yang tidak ternilai harganya kepada saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih yang tulus dan teristimewa juga saya ucapkan kepada:

1. Bapak Hermansyah, Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing I yang tidak pernah lelah untuk selalu memberikan arahan, mengajari, memfasilitasi dalam bentuk apapun, membantu serta membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini, terima kasih selalu memberikan semangat dan motivasi kepada saya agar selalu sabar, menjadi orang yang lebih kuat lagi dan sukses untuk kedepannya. Sehat-sehat terus ya daddy hasan.

3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan arahan, motivasi, dan membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih bapak selalu mencairkan suasana dan selalu membantu di tengah pasang surut perjuangan saya menulis skripsi ini. Terima kasih bapak untuk selalu mendorong saya menjadi orang yang jauh lebih baik lagi. Terima kasih banyak atas bantuannya bapak. Sehat terus pak addy.
4. Ibu Dra. Julinar, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T., Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si., dan Ibu Dr. Miksusanti, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan serta saran kepada saya yang sangat membantu dalam kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah meluangkan waktu serta memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
7. Staf dan pegawai civitas Akademik FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya, terkhusus kepada Mbak Novi dan Kak Cosiin yang selalu sabar dalam melayani dan membantu serta selalu mencairkan suasana, terima kasih mba nov dan kak i'in.
8. Mama dan papa tercinta. Terima kasih atas kesabaran, dukungan yang tidak terhingga serta doa yang selalu diberikan kepada saya. Terima kasih untuk kepercayaannya. Terima kasih untuk selalu mengerti dan memahami pahit manisnya keadaanku dalam menjalani perkuliahan dan mengejar gelar sarjana ini. Terima kasih atas cinta dan rasa sayang yang telah kalian berikan, *love you ma, love you pa!*.
9. Keluarga besar mama dan papa yang tiada hentinya untuk selalu mendoakan, memberikan dukungan serta mencurahkan kasih sayang kepada saya.
10. Indah Rahma Sari selaku kembaran dan patner saya dalam segala hal, yang selalu sabar mendengarkan keluh kesah saya, selalu mendukung dan selalu ada dalam keadaan suka maupun duka saya, menjadi penghibur yang selalu saya cari, yang selalu setia menemani serta membantu hingga skripsi ini terselesaikan.

11. Rama Prasetia Hakim selaku seseorang spesial yang melengkapi keseharianku, yang selalu menemani disetiap waktu, yang selalu menyemangati saya untuk selalu maju sekalipun saya sedang jatuh. Terima kasih selalu jadi pendengar dan pendukung terbaik. Terima kasih sudah menjadi obat lelah dan penyemangat yang paling ampuh. Cepat menyusul untuk gelar ST nya.
12. Bentonit Asiq selaku tim seperjuangan Tugas Akhir: (Cik, Indah, Putam, Ega, Kak Utari) yang selalu berusaha dan pantang menyerah. Senang sekali bisa mengenal kalian, terima kasih untuk kebersamaannya selama 1 tahun ini ya guys banyak pelajaran yang indi dapat dari kalian. Terima kasih untuk suka dukanya, terima kasih sudah banyak memberikan arti sabar, terima kasih selalu membantu. Pengalaman luar biasa bersama kalian akan jadi moment yang tidak terlupakan dan sangat dirindukan. Sukses untuk kita semua.
13. Bila dan Ami selaku sahabat seperjuangan, yang selalu memberikan doa dan supportnya. Terima kasih selalu membantu, mengingatkan, menenangkan, mengajari, menemani, dan menjadi tempat berkeluh kesah. Terima kasih sudah menjadi sahabat terbaik selama menempuh perkuliahan ini. Ayoo kita menggila bersama lagi!, semangat dan sukses buat amii dan bilaa.
14. Dila dan Puput selaku rekan yang sangat baik. Dila yang selalu menjawab pertanyaanku walau tidak penting, selalu menenangkan, selalu memberikan semangat dan dukungan serta mengajariku dikala aku tidak mengerti, dan Puput yang selalu menemani, mengantar, menjemput serta teman gibah dan teman contekan ku semasa kuliah. Terima kasih dila dan puput senang rasanya bisa mengenal kalian, sukses terus dila dan mput, tetap jadi orang baik yang aku kenal.
15. Riki dan Bang Shahib selaku rekan seperjuangan. Riki yang selalu membantu dengan tulus dan ikhlas, yang selalu mentraktir makan, selalu memberikan dukungan dan semangat, dan Bang Shahib yang sudah banyak membantu serta memberikan dukungan. Terima kasih kalian, kalian benar-benar luar biasa dan loyalitas tanpa batas, sukses riki dan bang shahib.
16. Kak Ria, Kak Kristin, dan Kak Lapa yang senantiasa memberikan dukungan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi.

17. Nadiea, Kunto, Fauzan, Indah Rahmayani selaku sobat ambyar yang selalu menyemangati dan memberikan dukungan kepada saya. Ayo dolan lagi!!!!
18. Affan Madley selaku adik saya yang selalu menghibur dan memberikan semangat serta dukungan yang tiada henti-hentinya.
19. Rekan-rekan seperjuangan Kimia Angkatan 2017 “Chemi17stry Unsri” yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Terima kasih untuk semua kenangannya, terima kasih untuk semangatnya, bantuan dan motivasinya selama menimba ilmu pengetahuan di Fakultas MIPA ini. Semoga kita semua sukses ya, Kimia 17 aw aw aw.
20. Kakak-kakak tingkat Angkatan 2016 dan 2015, serta adik-adik tingkat Angkatan 2018 dan 2019 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan.
21. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang berperan dalam membantu saya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
22. Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work. Thank you for being so strong, and thank you god for the strength you give me each day and for all the people around me who make my life more meaningful. *Love me!!*

Semoga Allah SWT membalas budi atas semua bantuan, masukan, bimbingan yang telah diberikan kepada saya, serta melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kita semua. Amiin yarobbal ‘alamiin. Saya menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu saya mohon maaf dan menerima saran serta kritik yang dapat membangun demi kesempurnaan skripsi ini agar bermanfaat di masa yang akan datang. Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dari berbagai pihak.

Indralaya, 08 Juli 2021

Indri Rima Sari

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Katalis .....	5
2.2 Bentonit.....	6
2.3 Logam Kobalt (Co).....	8
2.4 Kobalt Fosfida (CoP).....	8
2.5 <i>Hydrocracking</i> .....	8
2.6 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) .....	9
2.7 <i>Biogasoline</i> .....	10
2.8 Karakterisasi .....	10
2.8.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	10
2.8.2 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	11
2.8.3 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	11

2.8.4	Spektrofotometer UV-Vis .....	11
2.8.5	<i>Gas Chromathography – Mass Spectrometry</i> (GC-MS).....	12
2.8.6	Analisis Keasaman Permukaan ( <i>Surface Acidity</i> ).....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>14</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2	Alat dan Bahan.....	14
3.2.1	Alat .....	14
3.2.2	Bahan.....	14
3.3	Prosedur Penelitian .....	15
3.3.1	Peparasi Na-Bentonit.....	15
3.3.2	Penentuan <i>Cation Exchange Capacity</i> (CEC) Bentonit Alam dan Na-Bentonit .....	15
3.3.3	Pilarisasi Na-Bentonit dengan Larutan Natrium Heksa Nitro Kobalt (III) .....	16
3.3.4	Reduksi Bentonit-CoPO <sub>4</sub> Menjadi Bentonit-CoP.....	16
3.3.5	<i>Hydrocracking</i> CPO Menjadi <i>Biogasoline</i> dengan Katalis Kobalt Fosfida .....	16
3.3.6	Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP Terbaik..	18
3.3.6.1	Karakterisasi Menggunakan XRD .....	18
3.3.6.2	Karakterisasi Analisis Keasaman Menggunakan Piridin.....	18
3.3.6.3	Karakterisasi Menggunakan SEM-EDS.....	19
3.3.6.4	Karakterisasi Menggunakan FT-IR.....	19
3.3.6.5	Karakterisasi Menggunakan GC-MS .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>20</b>
4.1	Preparasi Na-Bentonit.....	20
4.2	Analisis Keasaman Permukaan Katalis Na-Bentonit dan Katalis Bentonit-CoP dengan Piridin.....	21
4.3	Produk Cair Hasil Perengkahan CPO dengan Menggunakan Katalis Bentonit-CoP .....	22
4.4	Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP Menggunakan GC-MS.....	23

4.5	Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g Menggunakan XRD .....	30
4.6	Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g Menggunakan FTIR .....	31
4.7	Karakterisasi Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g Menggunakan SEM-EDS .....	33
4.8	Pengaruh Jumlah Logam Kobalt dalam Katalis Bentonit Terpilar CoP.....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>36</b>
5.1	Kesimpulan .....	36
5.2	Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur bentonit .....	6
Gambar 2. Mekanisme pilarisasi bentonit .....	7
Gambar 3. Mekanisme reaksi <i>hydrocracking</i> .....	9
Gambar 4. Diagram skematis perengkahan katalitik CPO.....	17
Gambar 5. Produk cair hasil perengkahan CPO dengan menggunakan katalis Bentonit-CoP.....	23
Gambar 6. Kromatogram Minyak CPO .....	24
Gambar 7. Kromatogram hasil perengkahan CPO menjadi biogasoline dengan katalis Bentonit-CoP .....	26
Gambar 8. Grafik nilai konversi biogasoline Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g .....	29
Gambar 9. Difaktogram katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g.....	30
Gambar 10. Spektra FTIR Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g.....	31
Gambar 11. Spektra FTIR Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g setelah dialiri piridin.....	32
Gambar 12. Morfologi Permukaan katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g dengan SEM pada perbesaran 3.000x .....	33



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil analisis keasaman katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP .....	21
Tabel 2. Fraksi hasil perengkahan minyak CPO menjadi <i>biogasoline</i> dengan katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g .....	27
Tabel 3. Nilai konversi <i>biogasoline</i> dari Na-Bentonit dan produk cair hasil perengkahan CPO dengan menggunakan katalis Bentonit-CoP .....	28
Tabel 4. Data EDS dari katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Penambahan Logam Kobalt dan Diammonium Fosfat	44
Lampiran 2. Penentuan <i>Cation Exchange Capacity</i> (CEC) dengan Menggunakan Metode Kurva Kalibrasi.....	46
Lampiran 3. Data Karakterisasi dengan XRD dari katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g .....	48
Lampiran 4. Perhitungan Analisis Keasaman Permukaan pada Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP .....	50
Lampiran 5. Perhitungan Konversi <i>Biogasoline</i> .....	52
Lampiran 6. Data Karakterisasi dengan FTIR dari Katalis Na-Bentonit dan Bentonit-CoP 6 mEq/g .....	54
Lampiran 7. Data Pengukuran GC-MS dari Katalis Bentonit-CoP .....	58
Lampiran 8. Persen Total Fraksi Cair Hasil Perengkahan Katalitik dengan GC-MS .....	64
Lampiran 9. Lampiran Gambar Dokumentasi Penelitian .....	79

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Katalis merupakan suatu zat yang mampu mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, yang biasanya digunakan sebagai penunjang dalam sebuah reaksi kimia agar dapat berjalan secara optimal, oleh karena itu katalis sangat dibutuhkan keberadaannya (Purnami et al, 2015). Penerapan dari katalis ini dapat dimanfaatkan untuk mengkonversi minyak kelapa sawit menjadi *biogasoline*. Katalis yang dapat digunakan untuk menunjang proses pengkonversian minyak kelapa sawit menjadi *biogasoline* diantaranya adalah bentonit.

Bentonit merupakan istilah yang digunakan untuk sejenis lempung smektit yang mengandung mineral montmorillonit (MMT), dimana bentonit memiliki struktur yang berlapis sehingga memiliki kemampuan untuk mengembang (*swelling*), memiliki sifat penukar ion sehingga kation-kation dapat dipertukarkan, memiliki luas permukaan yang besar, mudah menyerap air, dan dapat digunakan sebagai adsorben. Berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki oleh bentonit itulah yang menjadikan bentonit ini cocok digunakan sebagai katalis. Namun bentonit memiliki kemampuan adsorpsi yang terbatas, sehingga untuk memperbaiki kelemahan dari bentonit ini, maka diperlukannya modifikasi pada bentonit dengan cara pilarisasi. Pilarisasi kerap kali disebut dengan proses pengembanan logam dengan cara menyisipkan logam ke dalam bentonit, logam yang diembankan ke dalam bentonit berupa logam kobalt (Co).

Kobalt (Co) termasuk ke dalam kelompok logam transisi yang memiliki orbital d yang belum penuh atau terdapat elektron-elektron yang tidak berpasangan, sehingga kobalt memiliki sifat sebagai asam lewis (Khaerah, 2018). Kobalt fosfida memiliki aktivitas katalitik dan stabilitas termal yang baik, sehingga dapat digunakan sebagai katalis. Dengan dilakukannya pengembanan logam ke dalam bentonit melalui proses pilarisasi ini mampu meningkatkan aktivitas katalitik, dapat memperbesar luas permukaan, dapat memperpanjang waktu pakai, serta mampu meningkatkan jumlah keasaman pada bentonit (Li et al, 2019).

Penggunaan katalis baik berbasis logam murni saja atau bentonit saja tanpa adanya pengembanan dengan logam kedalam bentonit tersebut, memiliki efisiensi yang kurang efektif untuk digunakan. Hal ini disebabkan, karena katalis dengan logam murni memiliki stabilitas termal yang rendah, mudah mengalami penurunan luas permukaan jika dipanaskan, mudah mengalami penggumpalan, serta harganya cukup mahal. Kemudian bentonit yang tidak diimbangkan dengan logam juga memiliki aktivitas katalitik yang kurang baik karena memiliki stabilitas termal dan luas permukaan yang rendah (Dewi dkk, 2016). Oleh sebab itu diperlukannya pilarisasi pada bentonit untuk memperbaiki karakter dan mengatasi kelemahan dari katalis yang digunakan, sehingga dapat menunjang proses konversi minyak kelapa sawit menjadi *biogasoline* melalui proses *hydrocracking*.

*Hydrocracking* merupakan proses pemecahan molekul-molekul hidrokarbon besar menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Proses pemecahan molekul ini menggunakan katalis yang nantinya akan direaksikan dengan minyak nabati yang berupa CPO, dengan menggunakan hidrogen pada suhu tertentu, sehingga dihasilkannya produk cair yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, yang terdiri dari rantai karbon  $C_5-C_{20}$  (Nasruddin dan Pryanto, 2010). Berdasarkan jumlah atom C nya produk cair ini dapat dikelompokkan menjadi *biogasoline* ( $C_5-C_{12}$ ), bioavtur ( $C_{13}-C_{16}$ ), dan biosolar ( $>C_{17}$ ).

Pemilihan minyak CPO (*Crude Palm Oil*) sebagai sumber energi alternatif sangatlah tepat, karena CPO memiliki kandungan minyak nabati didalamnya, sehingga dapat diolah lebih lanjut untuk menghasilkan bahan bakar. Selain itu pembuatan bahan bakar dari minyak CPO ini lebih ramah lingkungan, karena bebas dari kandungan nitrogen serta sulfur. Indonesia sendiri merupakan negara produsen minyak kelapa sawit terbesar didunia. Sehingga minyak kelapa sawit (CPO) dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan bahan bakar yang berupa *biogasoline* (Nazarudin dkk, 2017).

*Biogasoline* adalah bahan bakar yang berasal dari minyak nabati atau dapat dikatakan sebagai energi alternatif. *Biogasoline* dapat digunakan sebagai pengganti bensin yang berasal dari minyak bumi karena memiliki karakteristik yang hampir sama dengan bensin. Hal ini dikarenakan konsumsi penggunaan

bahan bakar minyak (BBM) terutama bensin di Indonesia memegang posisi paling tinggi yakni mencapai 88%, seiring dengan bertambahnya penduduk dan perkembangan teknologi. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya cadangan minyak bumi yang tersedia di alam, karena tidak didukung dengan adanya sumber daya alam yang memadai, hal ini disebabkan karena minyak bumi salah satu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable energy*). Oleh karena itu, *biogasoline* yang dihasilkan dari hasil konversi minyak kelapa sawit ini efektif digunakan untuk meminimalisir penggunaan minyak bumi (Sitorus et al, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengaruh jumlah logam kobalt dalam katalis bentonit terpillar kobalt fosfida dengan variasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mEq/g. Katalis yang dihasilkan melalui proses pilarisasi, dikarakterisasi analisis keasamannya, uji morfologi permukaan menggunakan SEM, penentuan gugus fungsi menggunakan FTIR, penentuan struktur kristal menggunakan XRD, serta penentuan CEC untuk menentukan banyaknya kapasitas pertukaran kation. Kemudian analisis produk cair yang dihasilkan dari proses *hydrocracking* CPO dengan menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang terdapat dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh jumlah logam kobalt fosfida terhadap karakteristik bentonit terpillar kobalt fosfida dan bagaimana pengaruh jumlah logam kobalt yang diembankan pada bentonit terhadap aktivitas perengkahan katalitik atau *hydrocracking* CPO.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh katalis dari hasil modifikasi bentonit alam dengan teknik pilarisasi menggunakan logam kobalt fosfida dengan variasi 2, 4, 6, 8, dan 10 mEq/g.
2. Mengkarakterisasi katalis bentonit terpillar Kobalt Fosfida yang terbaik dengan menggunakan XRD, FTIR, SEM, dan analisis keasaman.

3. Menentukan karakteristik produk cair yang dihasilkan dari proses perengkahan katalitik dengan menggunakan GC-MS.
4. Menentukan pengaruh jumlah kobalt fosfida pada proses pilarisasi bentonit terhadap aktivitas perengkahan katalitik atau *hydrocracking crude palm oil* (CPO).

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu mengaplikasikan katalis bentonit alam yang terpillar senyawa kobalt fosfida untuk mengkonversi *crude palm oil* menjadi *biogasoline*, sehingga dapat menjadi informasi untuk pengembangan lebih lanjut mengenai konversi *biogasoline* yang dapat menjadi salah satu sumber bahan bakar energi alternatif pengganti minyak bumi. Memberikan informasi mengenai aktivitas katalis dan kemampuan bentonit terpillar kobalt fosfida dalam proses perengkahan katalitik terhadap *biogasoline*. Serta memberikan informasi mengenai karakteristik dari katalis bentonit terpillar kobalt fosfida yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. R., Wibowo, E. A. P., Ujiningtyas, R., Wirasti, H., & Widiarti, N. (2016). Sintesis Komposit TiO<sub>2</sub>-Bentonit dan Aplikasinya untuk Penurunan BOD dan COD Air Embung UNNES. *Jurnal Kimia VALENSI*. 2(2): 114–119. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i2.3620>
- Alfarisa, S., Rifai, D. A., & Toruan, P. L. (2018). Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida (ZnO). *Jurnal Risalah Fisika*. 2(2): 53–57.
- Anam, C., & Firdausi, K. S. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Jurnal Berkala Fisika*. 10(2): 79–85.
- Chauhan, A. (2014). GC-MS Technique and Its Analytical Applications in Science and Technology. *Journal of Analytical and Bioanalytical Techniques*. 5(6): 22-30. <https://doi.org/10.4172/2155-9872.1000222>
- Cromain, C. N., & Cahyaningrum, S. E. (2016). Karakterisasi Bentonit Terpilair Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Sebagai Adsorben. *UNESA Journal of Chemistry*. 5(3): 51.
- Damanik, A. N. T. (2019). Penetapan Kadar Parasetamol dalam Sediaan Tablet dengan Nama Dagang dan Generik Secara Spektrofotometri Fourier Transform Infra Red (FTIR). *Jurnal Riset Industri*. 1(1): 22.
- Deshmukh, L. P., & Mane, S. T. (2011). Liquid Phase Chemical Deposition Of Cobalt Sulphide Thin Films: Growth and Properties. *Digest Journal Of Nanomaterials and Biostructures*. 6(3): 936.
- Dewi, M. T. I., & Hidajati, N. (2012). Peningkatan Mutu Minyak Goreng Curah Menggunakan Adsorben Bentonit Teraktivasi. *UNESA Journal of Chemistry*. 1(2): 50.
- Dewi, T. K., Mahdi, & Novriansyah, T. (2016). Pengaruh Rasio Reaktan Pada Impregnasi dan Suhu Reduksi Terhadap Karakter Katalis Kobalt/Zeolit Alam Aktif. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(3) (2016): 34–42.
- Fitria, J., Fajarin, R., & Purwaningsih, H. (2016). Pengaruh Doping Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Terhadap Sifat Ferroelektrik dan Ferromagnetik PbTiO<sub>3</sub> Dengan Metode *Mechanical Alloying*. *Jurnal of Science*. 2(1): 3.
- Geraldina, G., Taslimah, T., & Nuryanto, R. (2016). Pemanfaatan Montmorillonit Terpilair Al-Cr pada Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Variasi Massa Adsorben dan Waktu Adsorpsi. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 19(3): 99–106. <https://doi.org/10.14710/jksa.19.3.99-106>

- Hasanudin, H., Rachmat, A., Said, M., & Wijaya, K. (2020). Kinetic Model of Crude Palm Oil Hydrocracking Over Ni/Mo ZrO<sub>2</sub>-pillared Bentonite Catalyst. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*. 64(2): 238–247. <https://doi.org/10.3311/PPch.14765>.
- Herawaty, N., Rifdah, R., & Pratama, M. A. (2018). Pembuatan Biogasoline Dari Limbah Ampas Tebu Dan Eceng Gondok Dengan Proses Thermal Catalytic. *Jurnal Distilasi*. 2(2): 15-20. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1148>
- Ismaeel, S. H., Mabrouk, M. S. Ali, A. A. A., & Elwalead K.A. (2017). Synthesis and Characterization of Bentonite Nanocomposites from Egyptian Bentonite Clay. *Nanotechnology and Allied Sciences*. 1(1): 16–29.
- Istinia, Y., Wijaya, K., Tahir, I., & Mudasir. (2018). Preparasi Na-Montmorillonit. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 4(3): 1–7.
- Khaerah, U. (2018). Sintesis Katalis Asam (Co/TiO<sub>2</sub>) Untuk Aplikasi Fotokatalis Methanil Yellow. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 5(10): 16.
- 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): 12.
- Langi, P.V. (2013). Isolasi dan Identifikasi Senyawa X Ekstrak Etanol Biji Kenari (*Canarium Indicum L.*) Yang Diperoleh dari Pasar di Manado. *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 2(1): 7.
- Latipah, N., Sundaryono, A., & Elvia, R. (2017). Biofuel Production of CPO Waste With Ni/TiO<sub>2</sub> and Co/TiO<sub>2</sub> Catalyst and Implementation Of Chemical. *International Journal of Photoenergy*. 8(2): 19–24.
- Li, Y., Jin, Z., Hao, X., & Wang, G. (2019). Insights into The Unique Role of Cobalt Phosphide for Boosting Hydrogen Evolution Activity Based on MIL-125-NH<sub>2</sub>. *International Journal of Hydrogen Energy*. 44(33): 17909–17921.
- Luftinor. (2011). Penggunaan Bentonit sebagai Pengental dalam Proses Pewarnaan Kain Tenun Palembang. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 22(1): 41–47.
- Mahmudha, S., & Nugraha, I. (2016). Pengaruh Penggunaan Bentonit Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Terhadap Peningkatan Kandungan Senyawa Isopulegol Pada Minyak Sereh Wangi Kabupaten Gayo Lues – Aceh. *Journal Chimica et Natura Acta*. 4(3): 123. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n3.10921>



- Mohammad, M., Kandaramath Hari, T., Yaakob, Z., Chandra Sharma, Y., & Sopian, K. (2013). Overview on The Production of Paraffin Based-Biofuels Via Catalytic Hydrodeoxygenation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 22(10): 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.026>
- Mortensen, P. M., Grunwaldt, J. D., Jesen, P. A., Knudsen, K.G., & Jensen, A. D. (2011). A Review of Catalytic Upgrading of Bio-Oil to Engine Fuels. *Journal of Applied Catalysis A: General*. 1(1): 7.
- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., & Darminto, D. (2012). Uji XRD dan XRF pada Bahan Meneral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas ( $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ ). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 2(1): 20. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v2n1.p20-29>
- Nasruddin & Pryanto. (2010). Model Kinetika Pembentukan Sisa Karbon dan Kadar Air Pada Proses Hydrocracking Minyak jarak Menjadi Biopetroleum dengan Katalis Zeolit Teraktivasi. *Jurnal Riset Industri*. 3(4): 10-20.
- Naswir, M., Arita, S., Marsi, & Salni. (2013). Characterization of Bentonite By XRD and SEM-EDS and Use to Increase PH and Color Removal, Fe and Organic Substances in Peat Water. *Journal of Clean Energy Technologies*. 1(4): 313–317. <https://doi.org/10.7763/jocet.2013.v1.71>
- Nazarudin, N., Bakar, A., Marlinda, L., Asrial, A., Gusriadi, D., Yani, Z., Panda, E., Kanto, R., & Ulyarti, U. (2017). Studi Sintesis Katalis  $\text{Cr/SiO}_2$  dari Limbah Arang Pabrik Kelapa Sawit Serta Uji Aktivitasnya Pada Proses Perengkahan Katalitik Crude Palm Oil (CPO). *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan*. 1(2): 193–199. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v1i2.4282>
- Pan, Y., Lin, Y., Chen, Y., Liu, Y., & Liu, C. (2016). Cobalt Phosphide-Based Electrocatalysts: Synthesis and Phase Catalytic Activity Comparison for Hydrogen Evolution. *Journal of Materials Chemistry A*. 4(13): 4745–4754. <https://doi.org/10.1039/c6ta00575f>
- Purnami, P., Wardana, I., & K, V. (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 6(1): 51–59. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.01.8>
- Purwaningrum, W., Widihati, I. A. G., & Sekarani, N. W. (2017). Studi Interkalasi Lempung Bentonit dengan Garam Amonium Kuartener dan Pemanfaatannya Sebagai Pengikat Ion  $\text{Pb}^{2+}$ . *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 1(1): 384-386.
- Rahayu, P. E. (2012). Konversi Minyak Sawit Menjadi *Biogasoline* Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam. 11(5): 53.
- Rahayu, S. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Katalis Lempung Terpillar Zirkonia Tersulfatasi Sebagai Katalis Perengkah. *Jurnal Mekanikal*. 2(9): 319–324.

- Rahman, A., Arryanto, Y., Juwono, A. L., & Roseno, S. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Organo lempung dari Bentonit Indonesia. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 16(1): 42–47. <https://doi.org/10.3112/SPEED.V4I2.917>
- Rahmawati, F., Wahyuni, S., & Kadarwati, S. (2012). Studi Deaktivasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam pada Reaksi Hidrodenitrogenasi (HDN) Piridin. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 1(1): 23.
- Ramadhaniati, D. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Bentonit dipilarisasi Logam Aluminium dan Zirkonium Untuk Proses Konversi Etanol Menjadi Gasolin. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 3(1): 50..
- Riskina, S., & Jalal, R. (2018). Peningkatan Basal Spacing Bentonit Aceh Utara Menggunakan Surfaktan Anionik dan Kationik untuk Aplikasi Cat Pelapis. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 2(1): 160–164.
- Shah, R. S., Shah, R. R., Pawar, R. B., & Gayakar, P. P. (2015). UV-Visible Spectroscopy - A Review. *International Journal of Institutional Pharmacy and Life Sciences*. 5(5): 490–505.
- Shraddha, S. R., Dori, L., K, L. S., Neeraj, G., Author, C., & Chaturvedi. (2013). Hydrocracking for Maximizing Middle Distillates. *International Journal of Scientific Research and Reviews*. 2(22): 27–35.
- Sinta, I., Suarya, P., & Santi, S. (2015). Adsorpsi Ion Fosfat Oleh Lempung Teraktivasi Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). *Jurnal Kimia*. 9(2): 217–225.
- Sitepu, O. C., Ratnayani, O., & Suprihatin, I. E. (2016). Sintesis Komposit ZnO Bentonit dan Penggunaannya dalam Proses Degradasi *Methyl Orange*. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 4(2): 157.
- Sitorus, B., Hidayat, R. D. R., & Prasetya, O. (2014). Pengelolaan Penggunaan Bahan Bakar Minyak yang Efektif pada Transportasi Darat. *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*. 1(02): 117–126.
- Solihudin, S., Haryono, H., Noviyanti, A. R., & Ridwansyah, M. R. (2020). Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Karakteristik Komposit Forsterit-Karbon Tersintesis dalam Medium Gas Argon. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*. 16(2): 166.
- Sujatno, A., Salam, R., Dimiyati, A., & Bandriyana. (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*. 9(10): 44–50.
- Sulistiyani, M., & Huda, N. (2017). Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 6(2): 5-60.

- Sundryono, A., & Budiyanto. (2010). Pembuatan Bahan Bakar Hidrokarbon Cair Melalui Reaksi Cracking Minyak Pada Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit Preparation. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 20(1): 14–19.
- Suyatno, A. (2011). Variasi Campuran Bahan Bakar Dengan Peralatan Elektromagnet Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar Bensin 3 Silinder. *Jurnal Variasi*. 3(1): 13–18.
- Wahyudi, E., & Saputra, E. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Polipropilena (PP) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Metode Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis Sintetis. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 11(1): 17–23.
- Wijanarko, A., Mawardi, D. A., & Nasikin, M. (2006). Produksi *Biogasoline* dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik Dengan Katalis  $\gamma$ -Alumina. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2): 58.
- Wijaya, K., & Mada, U. G. (2016). Study of Physico-chemical Properties of  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ /Bentonite Nanocomposite: Thermal and Acid Stability Effect of Aluminium Content in Aluminium Pillared Montmorillonite on Its Surface Acidity Properties. *Journal of Science*. 43(2): 123-128.