

**Hydrocracking Bio Oil Produk Pirolisis Tandan Kosong  
Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**APRIA DAMAYANTY**

**08121003044**

**JURUSAN KIMIA**

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

**2018**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

# ***Hydrocracking Bio Oil Produk Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA***

### **SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**APRIA DAMAYANTY**

**08121003044**

Indralaya, 2 Agustus 2018

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Zainal Fanani, M.Si  
NIP. 196708211995121001**

**Dr. Dedi Rohendi, M.T.  
NIP. 196704191993031001**

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
NIP. 197210041997021001**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “*Hydrocracking Bio Oil Produk Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 30 Juli 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 2 Agustus 2018

Ketua :

1. **Zainal Fanani, M.Si** ( )  
NIP. 196708211995121001

Anggota :

1. **Dr. Dedi Rohendi, M.T.** ( )  
NIP. 196704191993031001
2. **Drs.H. Dasril Basir, M.Si** ( )  
NIP. 195810091986031005
3. **Dr. Nirwan Syarif, M.Si** ( )  
NIP. 197010011999031003
4. **Nurlisa Hidayati, M.Si** ( )  
NIP. 197211092000032001

**Mengetahui,**

**Dekan FMIPA**

**Ketua Jurusan**

**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc**  
**NIP. 197210041997021001**

**Dr. Dedi Rohendi, M.T**  
**NIP. 196704191993031001**

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa : Apria Damayanty

NIM : 08121003044

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri didampingi pembimbing dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

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, 2 Agustus 2018

Penulis,

Apria Damayanty  
NIM.08121003044

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

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

Nama : Apria Damayanty  
NIM : 08121003044  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Hydrocracking Bio Oil Produk Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ ” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif 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, 2 Agustus 2018

Yang menyatakan,

Apria Damayanty  
NIM. 08121003044

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Untuk mendapatkan sesuatu yang kau inginkan kau harus bersabar dengan sesuatu yang kau benci”  
(Imam Ghazali)*

*“Jarak antara masalah dengan solusinya hanyalah sejauh lutut dengan lantai.”  
(Apria Damayanty)*

*“Jangan pernah putus harapan dan kehilangan kepercayaan pada kekuatan doa. Allah akan memberikan segala sesuatu yang kamu inginkan diwaktu yang tepat dan terbaik”  
(Apria Damayanty)*

*“Belajarlah dari kesalahan kyn itu adalah guru terbesarmu untuk menuntun langkahmu agar lebih baik”  
(Apria Damayanty)*

*Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada :*

*Allah S.W.T*

*Nabi besar Muhammad S.A.W*

*Dan kupersembahkan kepada :*

*Kedua orang tuaku*

*Kakak-Kakakku*

*Guru-guruku*

*Dosen-dosenku*

*Sahabat-sahabatku*

*Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT. atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Pemberian Hydrocracking Bio Oli Produk Pirolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ ”. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan ke alam berilmu seperti sekarang ini.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya Indralaya.

Dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Zainal Fanani, M.Si** dan **Dr. Dedi Rohendi, M.T** kepada penulis selama menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi ini serta kesabarannya dalam menghadapi tingkah laku penulis.

Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRI Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T
2. Pembimbing Akademik Bapak Prof. Aldes Lesbani, P.Hd. terima kasih atas bimbingan dan nasehat-nasehatnya.
3. Bapak Drs.H. Dasril Basir, M.Si, ibu Nurlisa Hidayati, M.Si, dan Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku penguji sidang sarjana.
4. Koordinator seminar, ibu Dr. Ferlina Hayati, M.Si yang telah bersusah payah mencari dan memberikan jadwal untuk mahasiswa Tugas Akhir.
5. Seluruh staf dosen dan Analis FMIPA KIMIA yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan dan TA.
6. Terkhusus dengan segala hormat, rasa sayang, cinta dan ucapan terimakasih untuk kedua orang tuaku (Alm. Nungcik Lihun dan Herawaty) dan kakak-kakakku tersayang (Nuraini, SE, Endang Irawan, S.Pd, Hermansyah, ST, Yuliana, SE dan Syafran Franata, S.Kom). Kalian adalah penyemangat hidupku.

7. Partner TA ku Tiga Serangkai (Kak Kaspar dan Kak Wendi) thanks for the good laugh.
8. Mbak Novi, kak Roni, dan kak Chosi'in yang membantu dalam menyelesaikan urusan administrasi selama perkuliahan.
9. Teman seperjuangan Miki 2012
10. Kakak dan Adik tingkatku.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 2 Agustus 2018

Penulis

## SUMMARY

### HYDROCRACKING BIO OIL PYROLYSIS PRODUCTS OF PALM EMPTY FRUIT BUNCH USING Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNA CATALYST

Apria Damayanty : Adviser by Zainal Fanani, M.Si and Dr. Dedi Rohendi, M.T.

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

xi + 58 pages, 3 tables, 8 pictures, 6 appendixes

A research about hydrocracking bio oil pyrolysis product of palm empty fruit bunch using a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNA (Zeolite Natural Active) catalyst was conducted. The catalyst characterization included the acidity test of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNA catalyst with ammonia and pyridine adsorption and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNA catalyst crystallinity with XRD. The ability of the Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZNA catalyst to adsorb ammonia and pyridine express the magnitude of the acidity value of the solid which one of the catalyst characters. Cr metal impregnation in ZNA can increase the acidity of the catalyst. The hydrocracking optimization includes the hydrogen gas flow rate of 1; 1.5; 2; 2.5; 3 L/mnt, temperature variations of 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750 °C and variations of catalyst weight of 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5 g. Adsorption of ammonia showed increased acidity value from 0.4087 mmol/g for ZNA to 9.9238 mmol/g for Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA . Similarly for pyridine adsorption increased from 0.8659 mmol/g to ZAA to 0.9803 mmol/g for Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA . Diffractogram results of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA catalyst characterization with XRD showed high crystallinity seen from sharp and pointed peaks. The results showed that the optimum condition occurred at the gas flow rate of H<sub>2</sub> 2.5 L/mnt with the hydrocracking product weight of 0.9584 g/ml. The optimum temperature of the hydrocracking process was at 500 °C with a specific gravity of 0.2547 g/ml. The optimum weight of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA catalyst was obtained 1.5 g with specific gravity of 0.9591 g/ml. Analysis with Gas Cromatography Mass Spectrometry (GCMS) apparatus indicates the occurrence of bond breaking as indicated by increasing number of straight chain compounds.

**Keywords** : Bio Oil, Hydrocracking, Catalyst, Adsorption, Chromium, Zeolite.

Citations : 48 (1984-2012).

## RINGKASAN

### ***HYDROCRACKING BIO OIL PRODUK PIROLISIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN KATALIS Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA***

Apria Damayanty : Dibimbing oleh Zainal Fanani, M.Si dan Dr. Dedi Rohendi, M.T.

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xi + 58 halaman, 3 tabel, 8 gambar, 6 lampiran

Telah dilakukan penelitian *hydrocracking* bio oil produk pirolisis tandan kosong kelapa sawit menggunakan katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA (Zeolit Alam Aktif). Karakterisasi katalis meliputi uji keasaman katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA dengan adsorpsi amoniak dan piridin dan kristalinitas katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA dengan XRD. Kemampuan katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA mengadsorpsi amoniak dan piridin menyatakan besarnya nilai keasaman padatan yang merupakan salah satu karakter katalis. Impregnasi logam Cr pada ZAA dapat meningkatkan keasaman katalis. Optimasi *hydrocracking* meliputi laju alir gas hidrogen yaitu 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 L/mnt, variasi temperatur yaitu 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750°C dan variasi berat katalis yaitu 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 g. Adsorpsi amonia menunjukkan nilai keasaman meningkat dari 0,4087 mmol/g untuk ZAA menjadi 9,9238 mmol/g untuk Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA. Demikian juga untuk adsorpsi piridin meningkat dari 0,8659 mmol/g untuk ZAA menjadi 0,9803 mmol/g untuk Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA. Difraktogram hasil karakterisasi katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA dengan XRD menunjukkan kristalinitas yang tinggi terlihat dari puncak yang tajam dan runcing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum terjadi pada laju alir gas H<sub>2</sub> 2,5 L/mnt dengan berat jenis produk *hydrocracking* sebesar 0,9584 g/ml. Sementara itu, suhu optimum proses *hydrocracking* pada 500°C dengan berat jenis 0,2547 g/ml. Berat katalis optimum Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA diperoleh 1,5 g dengan berat jenis 0,9591 g/ml. Analisa dengan peralatan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) menunjukkan terjadinya pemutusan ikatan yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah senyawa rantai lurus.

**Kata kunci :** Bio Oil, *Hydrocracking*, Katalis, Adsorpsi, Kromium, Zeolit.

Kutipan : 48 (1984-2012).

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b>	
<b>UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	v
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vii
<b>SUMMARY.....</b>	ix
<b>RINGKASAN.....</b>	x
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	5
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit .....	5
2.2 Bio Oil.....	5
2.3 Bio oil dan Produksinya .....	6
2.4 Zeolit .....	8
2.4.1 Karakteristik Zeolit.....	9
2.4.2 Sifat Zeolit.....	10
2.5 Katalis.....	11
2.6 Logam Transisi Sebagai Katalis.....	12
2.7 Zeolit dan Katalis Logam .....	13
2.8 Logam Cr.....	13

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	18
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Prosedur Penelitian .....	18
3.3.1 Persiapan TKKS .....	18
3.3.2 Pembuatan Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ .....	18
3.3.3 Impregnasi Katalis .....	18
3.3.4 Oksidasi Katalis .....	19
3.3.5 Karakterisasi Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ .....	19
3.3.5.1 Uji Keasaman katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ dengan Amonia dan Piridin .....	19
3.6 Karakterisasi Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ dengan XRD .....	20
3.7 <i>Hydrocracking</i> Bio Oil dengan Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ .....	20
3.7.1 Pengaruh Variasi Laju terhadap karakter Produk <i>Hydrocracking</i> Bio Oil .....	20
3.7.2 Pengaruh Temperatur terhadap karakter Produk <i>Hydrocracking</i> Bio Oil .....	20
3.7.3 Pengaruh Berat Katalis terhadap karakter Produk <i>Hydrocracking</i> Bio Oil .....	21
3.8 Penentuan Berat Jenis Bio Oil .....	21
3.9 Gas Cromatografi Mass Spectrometry (GCMS) .....	21
3.10 Analisa Data.....	21
3.10.1 Optimasi laju alir, temperatur dan berat katalis .....	21
3.10.2 Analisa Hidrocracking .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	23
4.1 Tahap Persiapan Bahan Baku .....	23
4.1.1 Pemilihan TKKS .....	23
4.1.2 Proses Pembuatan Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ .....	23
4.2 Karakterisasi Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ .....	23
4.2.1 Uji Keasaman dengan Piridin dan Amonia Pada Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ dan Zeolit .....	23

4.2.2 Karakterisasi Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3$ /ZAA dengan XRD .....	25
<b>4.3 Hydrocracking Bio Oil dengan Katalis <math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math>/ZAA .....</b>	<b>26</b>
4.3.1 Pengaruh Variasi Laju terhadap Karakter Produk <i>Hydrocracking Bio Oil</i> .....	26
4.3.2 Pengaruh Temperatur terhadap Karakter Produk <i>Hydrocracking Bio Oil</i> .....	27
4.3.3 Pengaruh Berat Katalis terhadap Karakter Produk <i>Hydrocracking Bio Oil</i> .....	28
<b>4.4 Analisa Hasil Produk <i>Hydrocracking</i> dengan Gas Cromatografy Mass Spectrometry (GCMS)</b> .....	<b>29</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>37</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1	Diagram Reaksi Tanpa dan Dengan Katalis ..... 11
Gambar 2	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> ..... 16
Gambar 3	Perbandingan Uji Keasaman Piridin dan Amoniak pada Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ dan Zeolit ..... 24
Gambar 4	Difraktogram Hasil Karakterisasi Katalis $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ dengan XRD ..... 25
Gambar 5	Pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap densitas produk <i>hydrocracking</i> ..... 26
Gambar 6	Pengaruh temperatur terhadap densitas produk <i>hydrocracking</i> ..... 27
Gambar 7	Pengaruh berat katalis terhadap densitas produk <i>hydrocracking</i> ..... 28
Gambar 8	Beberapa senyawa sebelum dan sesudah cracking ..... 31

## **DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Persentase produk dari berbagai jenis pirolisis.....	7
Tabel 2. Analisis Beberapa Senyawa Siklik Produk Sebelum dan Sesudah <i>Hydrocracking</i> .....	29
Tabel 3. Analisis Beberapa Senyawa Rantai Lurus Produk Sesudah <i>Hydrocracking</i> .....	30

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Uji Keasaman Katalis .....	37
Lampiran 2. Optimasi Laju Alir, Temperatur dan Berat Katalis Pada Proses <i>Hydrocracking</i> .....	38
Lampiran 3. Kromatogram Sebelum <i>Hydrocracking</i> .....	41
Lampiran 4. Kromatogram Sesudah <i>Hydrocracking</i> .....	46
Lampiran 5. Hubungan Bm dan Struktur Senyawa Sebelum di <i>Hydrocracking</i> .....	51
Lampiran 6. Hubungan Bm dan Struktur Senyawa Sesudah di <i>Hydrocracking</i> .....	53

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Selama ini Indonesia menggunakan BBM (Bahan Bakar Minyak) sebagai sumber daya energi primer secara dominan dalam perekonomian nasional. Pada saat ini bahan bakar minyak (BBM) yang ada di pasaran diproduksi oleh petrokimia yang menggunakan bahan baku berasal dari minyak bumi. Ketersediaan minyak bumi sangat terbatas dan merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, sehingga jumlahnya makin terbatas. Indonesia yang saat ini bukan sebagai negara pengekspor minyak bumi diperkirakan juga akan mengimpor bahan bakar minyak, karena produksi dalam negeri tidak dapat lagi memenuhi permintaan domestik yang meningkat cepat akibat pertumbuhan penduduk dan industri. Untuk itu perlu dilakukan upaya penghematan serta upaya pengalihan bahan bakar minyak dari bahan yang berasal dari fosil menjadi sumber energi yang baru dan terbarukan (Yudiarto, 2008).

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui adalah pemanfaatan biomassa menjadi bio oil. Bio oil merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti BBM. Bio oil adalah bahan bakar cair bewarna gelap beraroma seperti asap dan di produksi dari biomassa, seperti kayu, kulit kayu atau biomassa lainnya yang mengandung sellulosa. Pengembangan bio-oil sangat efektif digunakan sebagai pensubstitusi solar dan dapat menggantikan posisi bahan bakar hidrokarbon dalam industri, seperti untuk mesin pembakaran, boiler, mesin diesel statis, dan gas turbin (Peby, 2010).

Biomassa yang digunakan untuk memproduksi bio oil dapat diperoleh dari limbah pertanian, hutan, perkebunan, industri, dan rumah tangga. Negara-negara tropis seperti Indonesia umumnya memiliki biomassa yang berlimpah. Sekitar 250 milyar ton per tahun dihasilkan dari biomassa hutan dan limbah pertanian. Limbah pertanian secara umum berasal dari perkebunan kelapa sawit, tebu, kelapa serta

sisa panen dan lain-lainnya yang mencapai kira-kira 40 milyar ton per tahun (Peby, 2010).

Limbah padat yang berasal dari pengolahan kelapa sawit berupa tandan kosong kelapa sawit, cangkang atau tempurung, serat, lumpur, dan bungkil. Dalam 1 ha lahan pertanaman kelapa sawit akan dihasilkan limbah sekitar 6,75 ton limbah tandan kosong kelapa sawit dan 22 ton limbah pelepan kelapa sawit. Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar akan menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 200–250 kg (Peby, 2010).

Sumatera Selatan memiliki perkebunan kelapa sawit yang luas, sehingga potensi tandan kosong kelapa sawit sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi bio oil karena tandan kosong kelapa sawit sangat melimpah jumlahnya karena selama ini hanya diolah dengan cara pembakaran untuk menghasilkan abu. Oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku bio oil (Direktorat Jendral Perkebunan, 2015).

Untuk memperbaiki kinerja dari produk bio-oil, maka dilakukan hidrocracking terhadap bio-oil tersebut. Proses hydrocracking memerlukan katalis yang mempunyai fungsi ganda yaitu komponen logam sebagai katalis hidrogenasi dan komponen asam sebagai katalis perengkahan (Benito and Martinez, 1996, dalam Hesta, 2009). Katalis yang digunakan yaitu logam kromium ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) yang dimregnasi kedalam zeolit yang telah teraktivasi menjadi kromium/zeolit alam aktif ( $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ ). Katalis ( $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$ ) merupakan katalis bifungsional, sehingga dapat berfungsi sebagai asam yang mengkatalisis reaksi cracking serta fungsi logam yang mengkatalisis reaksi pembentukan olefin dan hidrogenasi (Trisunaryanti, 2006).

Pada penelitian ini diteliti pengaruh temperatur hidrocracking, laju alir gas hidrogen, berat katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$  di dalam proses hidrocracking, dalam proses hydrocracking dibutuhkan variasi laju alir gas hidrogen, variasi temperatur hidrocracking dan variasi berat katalis untuk mengetahui proses hydrocracking yang terbaik.

### Rumusan Masalah

Ketersediaan minyak bumi sangat terbatas dan merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, sehingga produksinya semakin sedikit dan harganya

semakin meningkat. Indonesia yang saat ini bukan sebagai negara pengekspor minyak bumi diperkirakan juga akan mengimpor bahan bakar minyak, karena produksi dalam negeri tidak dapat lagi memenuhi permintaan domestik yang meningkat cepat akibat pertumbuhan penduduk dan industri. Untuk itu perlu dilakukan upaya penghematan serta upaya pengalihan bahan bakar minyak dari bahan yang berasal dari minyak bumi menjadi sumber energi yang dapat diperbarui

Tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang besar sebagai sumber Energi. Limbah tandan kosong kelapa sawit ini dapat dikonversi menjadi biomassa untuk memproduksi bio oil. Pengembangan bio oil dapat menggantikan posisi bahan bakar hidrokarbon dalam industri, seperti untuk mesin pembakaran, boiler, mesin diesel statis, dan gas tubin. Bio oil sangat efektif digunakan sebagai pensubstitusi diesel, heavy fuel oil, light fuel oil, dan natural gas untuk berbagai macam boiler.

Bio oil dapat diperoleh dari biomassa yang berperan sebagai sumber daya alam yang terbarukan. Bahan baku untuk bio oil pada dasarnya adalah bahan yang mengandung selulosa. Bahan baku tersebut diantaranya kayu, kulit kayu, kertas, bagas dan bahan-bahan lain. Bio oil yang dihasilkan dari pirolisis memiliki kualitas yang rendah karena berat molekul, viskositas, dan kandungan karbon bebas, aromatis dan logam-logam yang masih tinggi. Oleh karena itu bio oil dengan kualitas rendah ini perlu diproses lebih lanjut untuk diubah menjadi bahan bakar cair, yaitu dengan menurunkan berat molekul, viskositas dan kandungan aromatisnya, maka dilakukanlah hidrocracking. Proses Hidrocracking ini memerlukan katalis yang mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai komponen logam sebagai katalis dan komponen asam sebagai katalis perengkahan sekaligus pengembangan.

Faktor temperatur, laju alir dan berat katalis pada proses hydrocracking sangat berpengaruh untuk memperbaiki kualitas dari sifat produk hydrocracking yang dihasilkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini produk pirolisis TKKS di hidrocracking menggunakan katalis Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZAA. Penelitian ini menentukan pengaruh laju alir, temperatur, berat katalis terhadap sifat produk hydrocracking

bio oil yang meliputi berat jenis dan beberapa senyawa yang mengalami cracking (pemutusan).

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

Pembuatan katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$  dan karakterisasinya yang meliputi keasaman katalis dan kristalinitasnya.

Menentukan kondisi optimum untuk temperatur hidrocracking, laju alir gas hidrogen, berat katalis  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{ZAA}$  terhadap berat jenis bio oil dari produk hidrocracking. Karakter produk hidrocracking meliputi berat jenis dan kandungan senyawanya menggunakan GCMS.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah menemukan hasil bio oil terbaik yang bisa meningkatkan bahan bakar minyak dan menemukan bahan bakar minyak yang baru sebagai solusi dari bahan bakar minyak yang tak dapat diperbarui di Indonesia, sehingga bisa memberikan kontribusi berupa upaya memaksimalkan penggunaan sumber daya yang berpotensi sebagai energi alternatif yang dapat menggantikan pemakaian minyak bumi sebagai minyak bahan bakar yang bersifat tidak dapat diperbarui.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adamson. 1990. Physical Chemistry of Surfaces. Third Edition. John, Willey And Sons Inc. New York.
- Agus. 2006. Penetapan Berat Jenis. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Andi, N. 2005. Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar, Laporan Penelitian, UNSRI.
- Aryafatta. 2008. Mengolah Limbah Sawit Menjadi Etanol. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Augustine, R. L. 1996. Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist. Marcel Dekker Inc.: New York.
- Basu, P. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical design and theory, 2nd edition, El Sevier, United Kingdom.
- Bridgwater, A. V. 2004. Biomass Fast Pyrolysis. Thermal Science, 8(2): 21-49.
- Cid, R., Atanasova, P., Cordero, R.L, Palacios, J. M. & Agudo, A. L., 1999, Gas Oil Hydrodesulfurization and Pyridine Hydrodenitrogenation Pver NaY Supported Nickel Sulfida Catalysts: Effect of Ni Loading and Preparation Method, J. Catalysis 182: 328-338.
- Czernick, Stefan. 2002. Review of Fast Pyrolysis of Biomass. Di dalam: Presentasi "25 Years of Research Excellence 1977-2002" by National Renewable Energy Laboratory; United States of America, 2008.
- Dhaniswara. 2010. Pabrik Bio Oil dari Eceng Gondok dengan Proses Pirolisis Cepat. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2015. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit 2013 – 2015, Jakarta.
- Fanani, Z. dan Hasanudin, 2010, Hidrocracking Tir Batu Bara dengan Katalis Ni/Co-ZAA, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNSRI.
- Fauzi, Y. 2008. Kelapa Sawit. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Gerald. 2004. Bio Oil Commercialization Plan. Cole Hill Associates.
- Hambali. 2007. Teknologi Bioenergi. Jakarta: Agro Media Pustaka.

- Harahap. 2008. Optimasi Transesterifikasi Refinery Bleached Deodorized Palm Oil Menjadi Metil Ester Menggunakan Katalis Lithium Hidroksida. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Irawan. 2006. Pengaruh katalis tembaga dan krom terhadap emisi gas Carbon monoksida dan hidro carbon pada kendaraan motor bensin. Jurnal Unimus. Vol 4(1): 34.
- Ishak. 2012. A review on bio oil production from biomass by using pyrolysis method. Selangor University Kebangsaan Malaysia.
- Ismunandar. 2006. Padatan Oksida Logam: Struktur, Sintesis dan Sifat-sifatnya, Institut Teknologi Bandung, 2006. hal: 94-97.
- Kartina. 2006. Effect of Temperature and Hydrogen on Palm Oil Cracking Over MCM-41/ZSM-5 Composite Catalysts. Tesis, UTM, Malaysia.
- Lestari. 2010. Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai Negara. Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia.
- Murdijanto, Dora, Agus Setiabudi, dan Ratnaningsih Eko. 2010. Sintesis, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis Ni/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada Reaksi Hydrocracking Minyak Nabati. Jurnal Sains dan teknologi Dunia, Vol 1 (1): 30-37.
- Oudejans, JC. 1984. Zeolite Catalyst in Some Organic Reaction, supported by Netherlands Foundation For Chemical Research (SON), Holland.
- Pardamean, M. 2008. Panduan Lengkap Pengolahan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Peby. Biomass to Liquid: Proses Konversi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil dengan Metode Pirolisis. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia: 2010.
- Santoso. 2012. Preparasi dan Aplikasi Hidroksiapatit/Kitosan sebagai Adsorben Logam berat. Skripsi Jurusan Teknik Kimia. Universitas Indonesia.
- Satterfield, C.N., 1991, Heterogeneous Catalysis in Industrial Practice, 2nd ed. Mexico: McGraw-Hill, Inc.
- Siswodiharjo. 2006. Reaksi Hidrorengkah Katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit, Nimo/Zeolit Terhadap Parafin. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Togar, Yan Mulders. 2012. "Preparasi Katalis Praseodium Oksida/ zeolite Klipnotilolit Aktif Untuk Meningkatkan Bilangan Oktana Pada Gasoline", [tesis]. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok.
- Trisunaryanti. 2006. Kimia Zat Padat, Buku Ajar Pascasarjana FMIPA UGM. Yogyakarta.

- Widiastuti, H. Dan Tri Panji. 2007. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvariella Volvacea*)(TKSJ) sebagai Pupuk Organik Pada Pembibitan Kelapa Sawit. Jurnal Menara Perkebunan vol 75 (2), hal: 70-79.
- Winanti, dan Masfuchah. 2011. Pabrik Bio-Oil dari Jerami Padi dengan Proses Pirolisis Cepat Teknologi Dynamotive. Institut Teknologi Sepuluh Noverember. Surabaya.
- Yan, T. 1997. Free Radical Scavenge Capacity of *Elaeagnus angustifolia* Extracts, *Medicinal Plant*, vol.1 pp. 24-26.
- Yudiarto, M. dan Djuma'ali. 2008. Menimbang Kelayakan Bioetanol Sebagai Pengganti Bensin. [Online]. Tersedia.<http://www.indobiofuel.com/menu%20bioethanol8.php> [10 September 2006].
- Zhang, W., and Smirnitions, P. G., 1999., Effect of Zeolite Structure And Acidity on the Product Selectivity and Reaction Mechanism for n-Octane Hydroisomerization and Hydrocracking, *J. Catalysis.*, 182: 400-416.