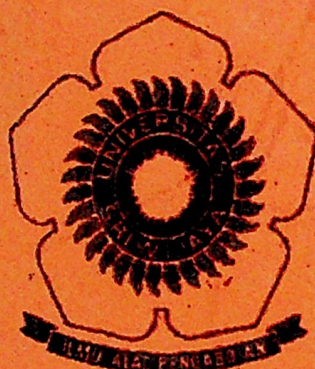


**PENGARUH PELARUT TERHADAP SIFAT PRODUK
HIDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS
Ni-MONTMORILLONIT TERPILAR Al_2O_3**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia



Oleh :

**OKTARINI
09053130015**

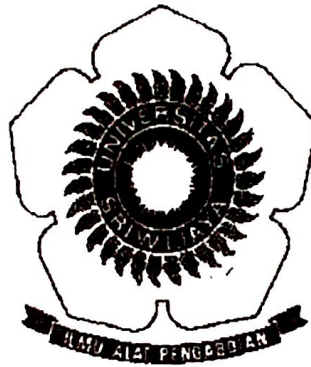
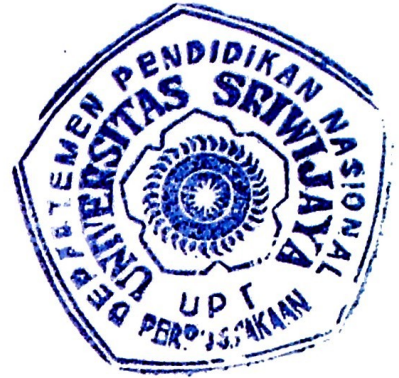
**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

S
541.848 207
Olet
P
e-100554
2010

**PENGARUH PELARUT TERHADAP SIFAT PRODUK
HIDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS
Ni-MONTMORILLONIT TERPILAR Al_2O_3**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia



Oleh :

**OKTARINI
09053130015**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2010**

Lembar Pengesahan

**PENGARUH PELARUT TERHADAP SIFAT PRODUK
HIDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS
Ni-MONTMORILLONIT TERPILAR Al_2O_3**

SKRIPSI


Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**OKTARINI
09053130015**

Indralaya, Februari 2010

Pembimbing Pembantu



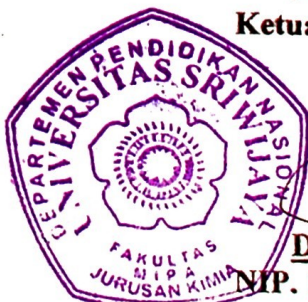
**Dra. Fatma, MS,
NIP. 19620713 199102 001**

Pembimbing Utama



**Zainal Fanani, M.Si.
NIP. 19670821 1995121 001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia**



**Dra. Fatma, MS,
NIP. 19620713 199102 001**

*"Kemenangan adalah cobaan, kekalahan adalah tantangan, dan Rjdh Allah
jadikan tujuan "*

*"Semakin banyak kita gagal, maka kegagalan itu akan menuntun kita kearah
yang lebih baik."*

Sebuah Persembahan untuk:

- ♥ *Allah SWT Tuhanku yang Maha
Pengasih lagi Maha Penyayang*
- ♥ *Kedua Orangtuaku tercinta*
- ♥ *Saudara – saudaraku tersayang,
yuk Pipit, yuk Lisa, kak Ijal, kak
Febi, dan dek Yeni*
- ♥ *Keponakanku tersayang, Rafli,
Rifky dan Fira*
- ♥ *Zanu-ku terkasih*
- ♥ *Semua Dosen dan teman-teman
terbaikku*
- ♥ *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ***“Pengaruh Pelarut terhadap Sifat Produk Hidrocracking CPO Menggunakan Katalis Ni-Montmorillonit Terpillar Al₂O₃”***.

Dalam melaksanakan penelitian, penulisan hingga terwujudnya skripsi ini penulis menyadari tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa moril maupun materil penulis tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini, maka Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Zainal Fanani, S.Si, M.Si selaku pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis demi selesainya penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Fatma, MS selaku pembimbing pembantu dan ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dra. Desnelli, M.Si selaku pembimbing akademik.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5. Kedua orangtuaku tercinta "Drs.H. Tarmizi Edward dan Hj.Nurhayati" atas segenap rasa cinta dan kasih sayang yang tiada henti tercurah, yang selalu memberikan nasehat terbaik, yang rela berkorban harta, waktu, dan tenaga untuk keberhasilanku, semoga Allah SWT membalas semuanya dengan surga-Nya yang terindah.

6. Saudara – saudaraku tersayang, yuk Pipit, yuk Lisa, kak Febi, kak Ijal, dan dek Yeni untuk semua cinta, sayang, dan kebersamaannya. Lakukan yang terbaik untuk orang tua kita.
7. Zanwar Heri D, S.Sos "Zanu-ku" yang selalu memberikan motivasi, nasehat, bantuan moril dan materiil serta kebersamaan dan perhatiannya selama ini.
8. Teman-teman senasib sepenanggungan selama penelitian, Wiwin, mbak Rados, mbak Vita, Mega, dan Badria, atas kerja samanya.
9. Sahabat-sahabat dekatku, Opeti, Rohmawati, wiwin welidia, Lia Safrina, Vipy, Inge, Catur, Aprina Fadhila, Nova Rianty (terimakasih atas perhatian, dukungan, nasehat dan canda tawanya selama ini), Andrie (terimakasih untuk semua bantuan dan pinjaman motornya).
10. Teman-teman di lab penelitian, Tina, Puput, Ranty, untuk semua bantuannya selama ini.
11. Seluruh teman-teman angkatan 2005, yang tak dapat disebutkan satu persatu namanya, selamat berjuang..!!

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis memohon maaf dan menghargai segala kritik dan saran yang bersifat membangun dengan harapan agar lebih baik untuk masa yang akan datang, dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Inderalaya, Februari 2010

Penulis

**THE INFLUENCE OF SOLVENT ON THE CHARACTERISTICS
OF *HIDROCRACKING* CPO PRODUCTS BY USING
Ni-MONTMORILLONIT PILLARED Al₂O₃ CATALYST**

Oleh :

**Oktarini
09053130015**

ABSTRACT

Influence of solvent on the characteristics of *hidrocracking* CPO products by using Ni-Monmorillonit pillared Al₂O₃ catalyst have been done. This research using variety of water and ethanol solvent (1:0, 2:1, 1:1, 1:2, dan 0:1). The *hidrocracking* of CPO was conducted at the temperature 350 °C, the hydrogen flow rate 1 mL/sec, and amount of catalyst were used 1.5g. The products of hydrocracking CPO were analysed by using bomb calorimeter and gas chromatography. The result showed that the best solvent is the solvent of water (without ethanol), and resulted heat of combustion *hidrocracking* CPO product about 38.2764 kJ/g, and based on GC measurement yeald 67.53% gasoline fraction and 32.21% solar fraction.

**PENGARUH PELARUT TERHADAP SIFAT PRODUK
HIDROCRACKING CPO MENGGUNAKAN KATALIS
Ni-MONTMORILLONIT TERPILAR Al_2O_3**

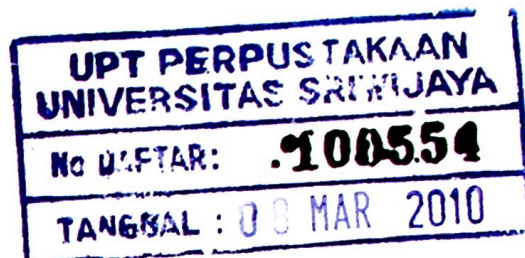
Oleh :

**Oktarini
09053130015**

ABSTRAK

Telah dilakukan penentuan pengaruh pelarut terhadap sifat produk *hidrocracking* CPO dengan menggunakan katalis Ni-Monmorillonit terpillar Al_2O_3 . Penelitian ini menggunakan berbagai variasi pelarut air dan etanol (1:0, 2:1, 1:1, 1:2, dan 0:1). *Hidrocracking* CPO dilakukan pada temperatur $350^{\circ}C$, laju alir gas hidrogen 1 mL/det dan jumlah katalis yang digunakan 1,5g. Produk *hidrocracking* CPO dianalisis menggunakan kalorimeter bomb dan GC. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pelarut terbaik adalah pelarut air (tanpa etanol), dan menghasilkan nilai kalor pembakaran produk *hidrocracking* CPO sebesar 38,2764 kJ/g, dan berdasarkan pengukuran GC diperoleh fraksi bensin 67,53%, dan fraksi solar 32,21%.

DAFTAR ISI



| | Halaman |
|--|----------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| ABSTRACT..... | vi |
| ABSTRAK..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.4. Manfaat Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1. Pelarut..... | 6 |
| 2.1.1. Etanol..... | 6 |
| 2.1.2. Pencampuran Air dan Etanol..... | 6 |
| 2.2. Biofuel..... | 7 |
| 2.3. Minyak Kelapa Sawit..... | 9 |
| 2.4. Lempung Alam..... | 10 |
| 2.5. Lempung Montmorillonit..... | 12 |
| 2.6. Lempung Terpillar..... | 14 |
| 2.7. Aktivasi Lempung..... | 17 |
| 2.8. Katalis..... | 18 |
| 2.9. Logam Nikel..... | 20 |
| 2.10. <i>Hidrocracking</i> | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.11. Kalor Pembakaran | 25 |
| 2.12. Kalorimeter..... | 30 |
| 2.13. Kromatografi Gas..... | 31 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 33 |
| 3.1. Waktu dan Tempat | 33 |
| 3.2. Alat dan Bahan | 33 |
| 3.2.1. Alat..... | 33 |
| 3.2.2. Bahan..... | 33 |
| 3.3. Prosedur Penelitian..... | 34 |
| 3.3.1. Pembuatan Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 | 34 |
| 3.3.1.1. Preparasi Na-Montmorillonit | 34 |
| 3.3.1.2. Sintesis Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 | 34 |
| 3.3.2. Impregnasi Ni pada Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 | 35 |
| 3.3.2.1. Pembuatan Larutan Ni..... | 35 |
| 3.3.2.2. Impregnasi Katalis..... | 35 |
| 3.3.3. Oksidasi Katalis..... | 35 |
| 3.3.4. Reduksi Katalis | 36 |
| 3.3.5. <i>Hydrocracking</i> | 36 |
| 3.3.6. Penentuan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO..... | 37 |
| 3.3.7. Analisa dengan AAS | 38 |
| 3.3.8. Analisa dengan GC..... | 38 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 39 |
| 4.1. Pengaruh Variasi Pelarut Terbaik terhadap Distribusi Logam Ni kedalam Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 | 39 |
| 4.2. Pengaruh Variasi Pelarut dalam Katalis Ni-Montmorillonit terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO | 40 |
| 4.3. Perbandingan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Bensin, Kerosin dan Solar..... | 42 |
| 4.4. Fraksi Biofuel Hasil <i>Hydrocracking</i> | 43 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 46 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 46 |
| 5.2. Saran..... | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA | 47 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Komposisi Beberapa Asam Lemak dalam Minyak Kelapa sawit..... | 10 |
| Tabel 2. Sifat-sifat Atomik Nikel | 22 |
| Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Kapasitas Kalor Kalorimeter Bom dengan Menggunakan Standar Asam Benzoat (C_6H_5COOH) | 51 |
| Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> (5 variasi) pada Temperatur $350^{\circ}C$ dan Laju Alir H_2 1 mL/det dan Berat Katalis 1,5 g | 51 |
| Tabel 5. Data Perbandingan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> dengan Nilai Tertinggi terhadap Kalor Pembakaran Pembanding.... | 51 |
| Tabel 6. Data Range Bensin, Kerosin, dan Solar. | 52 |
| Tabel 7. Distribusi Logam Ni..... | 52 |
| Tabel 8. Absorbansi Standar Ni pada AAS..... | 52 |
| Tabel 9. Absorbansi Ni-Montmorillonit (5 variasi) | 52 |
| Tabel 10. Data Pengukuran Area pada Setiap Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Pembanding Bensin | 53 |
| Tabel 11. Data Pengukuran %Area pada Setiap Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Pembanding Solar..... | 56 |
| Tabel 12. Data Pengukuran %Area pada Setiap Produk <i>Hydrocracking</i> CPO Dengan Berbagai Pembanding | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Keseimbangan Uap-Cair Campuran Etanol dengan Air (Azeotrop) | 7 |
| Gambar 2. Struktur Montmorillonit | 14 |
| Gambar 3. Pemanasan dapat Menyebabkan Keruntuhan Reversibel Montmorillonit Tak Terpilar | 16 |
| Gambar 4. Keadaan Energi Aktivasi dengan Katalis dan Tanpa Katalis..... | 19 |
| Gambar 5. Rangkaian Alat Oksidasi / Reduksi..... | 36 |
| Gambar 6. Diagram Hubungan Ni dalam Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 Terhadap Variasi Pelarut | 39 |
| Gambar 7. Pengaruh Variasi Pelarut dalam Katalis Ni-Montmorillonit Terhadap Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> CPO | 40 |
| Gambar 8. Diagram Perbandingan Kalor Pembakaran Produk <i>Hydrocracking</i> yang Tertinggi dengan Bensin, kerosin, Dan Solar | 42 |
| Gambar 9. Diagram % Fraksi Produk <i>Hydrocracking</i> | 44 |
| Gambar 10. Kromatogram CPO standar | 44 |
| Gambar 11. Kromatogram Produk <i>Hydrocracking</i> CPO dengan Katalis Ni-Montmorillonit Terpilar Al_2O_3 dengan Pelarut Air | 45 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Data Hasil Penelitian..... | 51 |
| Lampiran 2. Contoh Perhitungan..... | 59 |
| Lampiran 3. Gambar Alat Oksidasi / Reduksi..... | 64 |
| Lampiran 4. Gambar Alat Hydrocracking | 65 |
| Lampiran 5. Diagram Absorbansi Standar Ni | 66 |
| Lampiran 6. Diagram Absorbansi Logam Ni pada Berbagai Variasi Pelarut Air dan Etanol | 66 |
| Lampiran 7. Gambar Kromatogram Bensin | 67 |
| Lampiran 8. Gambar Kromatogram Solar | 67 |
| Lampiran 9. Kalorimeter Bomb..... | 68 |
| Lampiran 10. Gambar Produk Hydrocracking CPO..... | 68 |

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM), untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Dalam jangka panjang impor BBM ini akan makin mendominasi penyediaan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganeekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan dan lain-lain. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah ini adalah mencari alternatif lain pengganti minyak bumi sebagai sumber energi yang dapat terbarukan (Anonim, 2006).

Biofuel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek bagi kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biofuel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biofuel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Beberapa bahan baku tersebut di Indonesia yang punya

prospek untuk diolah menjadi biodiesel adalah kelapa sawit dan jarak pagar, tetapi prospek kelapa sawit lebih besar untuk pengolahan secara besar-besaran .

Kelapa sawit adalah salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Minyak dari kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* (CPO) dan limbah CPO berpotensi sebagai energi yang terbarukan. Pengolahan CPO menjadi bahan bakar fraksi bensin memerlukan pengolahan lebih lanjut. Pengolahan limbah CPO menjadi bahan bakar minyak nabati fraksi bensin pengganti minyak bumi dapat dilakukan melalui proses *hidrocracking* dengan menggunakan katalis (Benito dan Martinez, 1997).

Pengolahan *crude palm oil* menjadi bahan bakar minyak yang berkualitas dapat dilakukan melalui dua proses sekaligus yaitu proses perengkahan (*cracking*) dan proses hidrogenasi atau biasa disebut *hidrocracking*. Hidrocracking CPO ini melalui hidrokompresi termal katalitik yang dapat merubah hidrokarbon rantai panjang menjadi fraksi minyak dengan rantai hidrokarbon yang lebih pendek sangat berpotensi sebagai bahan bakar minyak (Benito dan Martinez, 1997).

Untuk proses *hidrocracking* digunakan katalis yang berfungsi ganda yaitu sebagai katalis asam dan katalis logam yang berguna untuk membantu proses hidrogenasi maupun *cracking* (perengkahan). Pemilihan katalis yang digunakan untuk mengkatalisis proses hidrogenasi haruslah bisa menyediakan tempat terjadinya ikatan antara katalis dan reaktan. Persyaratan tersebut harus dimiliki oleh katalis dengan menyediakan orbital kosong atau belum penuh untuk terjadinya ikatan tersebut. Kebanyakan katalis yang dimaksud merupakan penyedia orbital d, karena itu pada proses hidrogenasi katalis yang sering digunakan diantaranya adalah logam – logam transisi (Hegedus, 1987).

Logam - logam transisi yang biasa digunakan sebagai katalis diantaranya adalah Pt, Pd, Ni, dan lain-lain. Logam Pt dan Pd umumnya menunjukkan hasil yang cukup baik sebagai katalis hidrogenasi, tetapi harganya cukup mahal. Berdasarkan penelitian sebelumnya Ni memiliki peranan yang lebih dominan dibandingkan Mo dan Cr terhadap kemampuan katalis Ni-Mo dan Ni-Cr /Zeolit alam aktif untuk mengcracking tir batu bara (Fanani, dkk, 2005). Logam Ni cukup baik digunakan sebagai katalis *hidrocracking* campuran minyak sampah plastik dan tir batubara (Hasanudin, 2005). Kosongnya orbital d inilah yang menjadi alasan mengapa logam Ni digunakan sebagai katalis logam dan berperan besar dalam berbagai reaksi katalitik. Selain itu, logam Ni juga memiliki stabilitas termal tinggi dan daya tahan tinggi terhadap racun katalis (Bijang dkk, 2002).

Material padatan berpori yang sering digunakan sebagai padatan pendukung katalis *hidrocracking* adalah lempung. Kinerja lempung sebagai katalis *hidrocracking* dapat ditingkatkan dengan cara modifikasi lempung alam. Modifikasi lempung alam, pada awal abad dua puluh, seringkali menggunakan lempung terasamkan (Gandia *et al*, 2000). Lempung yang memiliki sifat asam, mendukung aktifitas *cracking* (McKetta, 1993). Akan tetapi, daya tahan termal lempung ini tidak terlalu tinggi, sehingga kurang baik untuk dijadikan katalis *hidrocracking*. Brindly, pada tahun 1977, memperkenalkan modifikasi dengan cara pilarisasi. Lempung yang sudah dimodifikasi dengan teknik pilarisasi ini dikenal dengan lempung terpillar (*Pillared Clay*, PILC). Jenis lempung yang banyak dipilarisasi dan memiliki sifat yang baik adalah lempung monmorillonit (Gandia *et al*, 2000).

Distribusi Ni pada permukaan pengemban sangat dipengaruhi oleh pelarut ketika impregnasi Ni ke dalam pengemban. Penambahan etanol dalam air dapat menurunkan tegangan permukaan air, oleh sebab itu dengan mencampurkan etanol dan air akan diperoleh pelarut dengan tegangan permukaan tertentu. Adanya variasi tegangan permukaan dengan campuran ethanol dan air, diharapkan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dapat larut dan Ni terdistribusi dengan baik kedalam katalis montmorillonit (Anonim, 2009). Pelarut berpengaruh terhadap kemudahan impregnasi logam dalam pengemban. Falah (2005) melaporkan bahwa polaritas pelarut berpengaruh terhadap jumlah logam Cu yang diimpregnasikan ke dalam zeolit alam aktif. Dalam penelitian ini akan dicoba pengaruh pelarut dari yang polar sampai yang kurang polar terhadap impregnasi logam Ni pada pengemban yaitu montmorillonit (Fanani, 2008).

Berdasarkan uraian diatas maka pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh pelarut terhadap sifat produk *hidrocracking* CPO dengan menggunakan katalis Ni-montmorillonit terpillar Al_2O_3 , yaitu kalor pembakaran dan dilakukan analisis fraksi produk *hidrocracking* dengan GC.

1.2. Rumusan Masalah

Crude palm oil merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan biofuel. Biofuel mempunyai kalor pembakaran rendah, sehingga diperlukan proses *hidrocracking* untuk memperbaiki kalor pembakarannya. Parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas dari biofuel adalah kalor pembakaran dan fraksi yang *terhidrocracking*. Pada penelitian ini akan dilakukan *hidrocracking* CPO dengan memanfaatkan katalis Ni-montmorillonit

terpilar Al_2O_3 pada berbagai campuran air dan etanol, untuk kemudian dilakukan analisis kalor pembakaran dan dilakukan analisis fraksi terhadap produk *hidrocracking* dengan GC.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Menentukan pengaruh variasi pelarut terbaik, terhadap distribusi logam Ni kedalam montmorillonit terpilar Al_2O_3 .
2. Menentukan pengaruh komposisi campuran pelarut air dan etanol terhadap kalor pembakaran produk *hidrocracking* CPO.
3. Membandingkan kalor pembakaran produk *hidrocracking* CPO dengan kalor pembakaran bensin, kerosin, dan solar.
4. Menentukan fraksi biofuel dengan GC.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang peranan katalis Ni-Monmorillonit terpilar Al_2O_3 dalam proses *hidrocracking* CPO dan meningkatkan nilai ekonomis lempung alam dan CPO melalui proses *hidrocracking* guna memperoleh bahan bakar alternatif yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H., 1992, *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Alberty, Robert A., dan Farrington Daniels., 1987, *Kimia Fisika*, Alih Bahasa DR. N.M. Surdia, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Anderson, J. R., dan M. Boudart., 1981, *Catalysis Science and Technology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Anonim., 2002, *Mendaur Ulang Lumpur Minyak Menjadi Minyak*, <http://www.forlink.dml.or.id/v.2>.
- Anonim., 2006, *Biofuell*, <http://www.wikipedia.org.id/biofuel>.
- Anonim., 2009, *Campuran Air dan Ethanol*, <http://www.wikipedia.org.id/campuran air dan ethanol>.
- Anonim., 2009, *Ethanol*, <http://www.wikipedia.org.id/ethanol>.
- Anonim., 2009, *Katalis*, <http://www.wikipedia.org.id/katalis>
- Anonim., 2009, *Nikel*, <http://www.wikipedia.org.id/nikel>.
- Augustine, R. L., 1996, *Heterogeneous Catalysis for The Synthetic Chemist*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Atkins, P.W., 1999, *Kimia Fisika*, Alih Bahasa Drs. Irma I. Kartohadiprojo, Jilid II, Edisi IV, Erlangga, Jakarta.
- Benito, A. M., dan Martinez M. T., 1996, *Catalitic Hydrocracking of an Asphaltenic Nial Residue*, *Journal of Energi and Fuel*
- Bijang, dkk., 2002, *Pengaruh Kadar Logam Nikel terhadap Aktivitas Katalis Ni-Zeolit- γ* , Dalam : *Reaksi Hidrorengkah Minyak Bumi*, *Jurnal Teknosains..*
- Bismo. S, Eva F.K & Gunawan, 1999, *Prospek Bentonit Alam di Indonesia Untuk Industri Petrokimia (1): Modifikasi dan Aktivasi sebagai Adsorben Pembersih Wal*, *Jurnal Teknologi*, Edisi No.4/Tahun III/Desember.
- Capkova, P., et al., 1998, *Molecular Simulations of Montmorillonite Intercalated with Aluminium Complex Cations, Part I : Intercalated Clay Minerals*



- Cheng, L.S., and Yang, R.T., 1995, *A New Class of Non-Zeolite Sorbent for Air Separation: Lithium Ion Exchanged Pillared Clays*, *Ind. Eng.Chem.Res.*
- Fanani, Z., 2005, *Hidrocracking Tir Batubara dengan Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif*, Laporan Hasil Penelitian, Lembaga Penelitian, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Fanani, Z., 2008, *Preparasi dan Karakterisasi Katalis Mo/ZAA*, Laporan Hasil Penelitian, Lembaga Penelitian, Universitas Sriwijaya, Inderalaya
- Fisli, dkk., 2004, *Pengaruh Variasi Jumlah Aluminium Pada Bentonit Berpilar, Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, Serpong.
- Foth Henry D, 1984, *Dasar Ilmu Tanah*, Penerjemah: Purbayanti E.D., Cetakan Keempat, Gajah Mada Press, Yogyakarta.
- Gandia, L.M., *et al.*, 2000, *Preparation and Characterization Manganese of Catalysts Supported on Lumina and Zirconia –Pillared Clays*, *Appl.Catal. A: General*.
- Gill et al., 2000, *Pillared Layered Materials*, Dalam : Salerno, P., 2003, *All Pillared Montmorillonite Based Mo Catalyst : Effect of the Impregnation Conditions*, *Appl. Clay Science*, 23:287-297.
- Halliday, David., dan Robert Resnick., 1996, *Fisika*, Alih Bahasa Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Hasanudin, 2005, *Hidrocracking Campuran Minyak Hasil Pirolisis Plastik Polietilen-Tir Batubara dengan Katalis Ni-Zeolite*, Laporan Hasil Penelitian, Lembaga Penelitian, Universitas Sriwijaya, Inderalaya
- Hegedus, L.L., 1987, *Catalyst Design Progress and Perspective*, John Willey & Sons Inc., New York.
- Laidler, Keith.J., dan John. H. Meiser., 1982, *Physical Chemistry*, The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., California.
- Maes, N., 1996, *Characterization and Modification of the Porosity of Pillared Clays*, University of Antwerp, Antwerp.
- Masel, R. I., 1996, *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*, John Willey & Sons Inc., New York.
- Masterton, William L., dan Emil J. Slowinski., 1967, *Chemical Principles*, W.B. Saunders Company, USA.

- McKetta, John J., 1993, *Chemical Processing Handbook*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- McNair, dan Bonelli, 1988, *Dasar Kromatografi Gas*, Penerbit ITB Bandung, Bandung.
- Millan, M., et al., 2005, *Pillared Clays as Catalysts for Hydrocracking of Heavy Liquid Fuel*, Department of Chemical Engineering and Chemical Technology Imperial College, The University of Birmingham, London.
- Muhammad, dan Ahmad, 1992, *Kromatografi Gas*, Penerbit Mechpisa Grafika, Surabaya.
- Munir, M., 1996, *Geologi dan Mineralogi Tanah*, Pustaka Jaya.
- Park, S.H., 1997, *The Computational Study of Model Pollutants in Clays Montmorillonite*, Dissertation, The Faculty of the Graduate School in Candidacy of Doctor of Philosophy, Department of Chemistry, Loyola University Chicago, Chicago.
- Paul F.Kerr, 1977, *Optical Mineralogy*, United States of America : Mc.Graw Hill, Inc.
- Petrucci, Ralph H., 2000, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Jilid 1, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- Robert & Majorie, 1983, *Colloid and Interface Chemistry*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc, Canada.
- Schrader, et al., 1992, *Chemical Sensors and Pillared Layered Structures*, Elsevier, Essex.
- Satyawibawa, dan Widyastuti., 1992, *Usaha Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran Kelapa Sawit, Penebar Swadaya*, Jakarta.
- Sterte, Johan., 1986, *Synthesis and Properties of Titanium Oxide Cross-Linked Montmorillonite*, Department of Engineering Chemistry University of Technology, Sweden.
- Sukardjo., 1985, *Kimia Koordinasi*, P.T. Bina Aksara, Jakarta.
- Tan, Kim H., 1982, *Principles of Soil Chemistry*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Tomlinson, Anthony A.G., 1998, *Characterization of Pillared Layered Structures, Journal of Porous Materials*, Kluwer Academic Publisher, Netherland.

- Trisunaryanti, W., 2001, *Selectivity of An Active Zeolite in Catalytic Conversion Process of Bangkirai, Kruing and Kamper Woods Biofuel to Gasoline Fraction, Indonesian Journal of Chemistry.*
- Vogel., 1990, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*, Alih Bahasa R. Setiono dan A. H. Pudjaatmaka, Edisi kelima, Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wijaya, K., 2003, *Kajian Stabilitas Termal Monmorillonit Terpillar Al_2O_3 . Makalah Ilmiah MIPA.*
- Yang, R.T., 1999, *Stuctural Aspects of Metal Oxide Pillared Sheet Silicates, J. Chem. Soc. Faraday Trans.*
- Zussman., 1992, *An Introduction to the Rock Forming Minerals*, Second Edition, Longman Scientifis and Technical, Hongkong.