

# Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* untuk Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan Katalis Cu/Zeolit Alam

Vesvia Mirza\*, Ida Zahrina, Elvi Yenie

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

\*Email : noumisa\_0803@yahoo.co.id

## Abstrak

Biofuel is an alternative energy resource processed from vegetable oil which can substitute petroleum of which availability decreases and stays unrenewable. Biofuel can be produced through a catalytic cracking process of Palm Fatty Acid Distillate (PFAD). PFAD is a by-product of Crude Palm Oil (CPO) refinery, which has long hydrocarbon molecules and can be broken up into simple molecules. This research is aimed to reveal the process of producing biofuel of PFAD through a catalytic cracking process using a catalyst Cu/ Natural Zeolite and reveal the effects and the best condition of temperature variety and concentration of Cu on the yield of biofuel. The results show that the higher the temperature and the concentration of Cu works, the more likely biofuel yield increases. However, with the concentration of Cu 1.5% the yield of biofuel declines. The best condition is obtained at temperature of 420°C and 1% Cu concentration that produces the highest yield product and total fraction of biofuels was 79,43% dan 70,88%.

Key Words : Biofuel, Cu/Natural Zeolite, Catalytic Cracking, PFAD

## Pendahuluan

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi utama di dunia khususnya Indonesia. Pesatnya kemajuan teknologi dan pertumbuhan penduduk di Indonesia menuntut ketersediaan minyak bumi dalam jumlah yang sangat besar sedangkan ketersediaannya semakin menipis karena minyak bumi tidak dapat diperbaharui. Ketidakseimbangan antara ketersediaan sumber daya alam minyak bumi dan penggunaannya mendorong dilakukannya pengalihan pemanfaatan sumber energi dari minyak bumi menjadi sumber energi *biofuel*.

*Biofuel* merupakan salah satu sumber energi alternatif berbasis nabati yang bisa dikembangkan untuk menggantikan minyak bumi, karena sumber daya hayati penghasil *biofuel* tersedia dalam jumlah yang besar dan juga dapat diperbaharui (*renewable resources*) sehingga tidak akan habis digunakan. *Palm*

*Fatty Acid Distillate* (PFAD) adalah salah satu sumber daya hayati *non-edible* yang merupakan hasil samping dari pemurnian *Crude Palm Oil* (CPO).

PFAD secara umum memiliki rantai hidrokarbon panjang mirip dengan minyak bumi, sehingga memungkinkan PFAD dapat diolah menjadi *biofuel* menggunakan proses perengkahan katalitik. Secara umum proses pengolahan (pemurnian) minyak sawit dapat menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5% PFAD dan 0,5% bahan lainnya [Yenie dkk., 2010].

Di Indonesia rata-rata produksi CPO mencapai 23,5 juta ton per tahun, di mana 16,5 juta ton diantaranya diekspor ke sejumlah negara [Anonim, 2012]. Hal ini berarti setiap tahunnya rata-rata dihasilkan 350 ribu ton PFAD. Selama ini di Indonesia seperti halnya CPO, PFAD juga diekspor keluar negeri dengan harga jual yang relatif rendah. Rendahnya nilai

jual dan pemanfaatan PFAD menjadi alasan yang tepat untuk menggunakan PFAD sebagai bahan baku pembuatan *biofuel*, selain itu harga PFAD juga relatif murah karena merupakan *by-product* pengolahan CPO. Pembuatan *biofuel* dari minyak nabati sebelumnya telah banyak diteliti antara lain oleh Amin dan Siregar [2006] merengkah minyak sawit menjadi gasolin menggunakan katalis Cu/ZSM-5 *pretreated* pada reaktor *fixed bed*. Nurjannah dkk., [2009] merengkah asam oleat menggunakan katalis HZSM-5 untuk menghasilkan *biofuel* dan terakhir Yelmida dkk., [2011] melakukan perengkahan PFAD dengan bantuan katalis zeolit sintesis.

Pada proses perengkahan katalitik sering digunakan katalis dengan pengembanan logam aktif untuk memperbanyak jumlah sisi aktif (*active site*). Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengembanan logam aktif untuk katalis karena memiliki struktur berpori, mempunyai luas permukaan yang tinggi, harganya yang murah, serta mudah diperoleh. Menurut Asmoko [2008] pengembanan logam mampu memberikan karakter katalis yang baik untuk proses perengkahan karena dapat meningkatkan keasaman katalis dan rata-rata jejari pori. Nurjannah dkk., [2010], menyimpulkan bahwa penggunaan katalis dengan pengembanan logam seperti katalis HZSM-5, Ni/HZSM-5, Cu/HZSM-5 dan Zn/HZSM-5 dapat menghasilkan *biofuel*. Pada penelitian ini proses perengkahan dilakukan dengan menggunakan katalis Cu/zeolit alam. Penambahan logam Cu diharapkan dapat meningkatkan kinerja katalis dalam menghasilkan produk utama *biofuel*.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan *biofuel* dengan bahan baku PFAD menggunakan proses perengkahan katalitik dengan bantuan katalis Cu/zeolit alam. Mempelajari pengaruh variasi temperatur dan konsentrasi logam Cu terhadap *yield biofuel* yang dihasilkan. Serta mengetahui kondisi proses terbaik dari variasi temperatur dan konsentrasi logam Cu dalam proses perengkahan katalitik.

## Metodologi Penelitian

### Persiapan Bahan Baku

Bahan baku PFAD sebelum digunakan dicairkan dengan cara dipanaskan pada temperatur 70°C.

### Preparasi Katalis Cu/Zeolit Alam

Zeolit alam digerus dan diayak untuk mendapatkan zeolit alam dengan ukuran 100-200 *mesh*. Zeolit alam kemudian diaktivasi untuk meningkatkan kinerjanya sebagai katalis secara fisika dengan pemanasan pada temperatur 300°C selama 3 jam. Secara kimia zeolit alam direndam di dalam larutan pengaktif H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 N selama 30 menit sambil diaduk Widiarti [2006]. Kemudian dicuci sampai pH netral dan dikeringkan pada temperatur 120°C selama 3 jam.

Setelah aktivasi, logam Cu diimpregnasikan ke zeolit alam untuk mendispersikan kation dari larutan garam prekursor yaitu CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O. Impregnasi dilakukan dengan variasi konsentrasi logam Cu terhadap katalis 0; 0,5; 1 dan 1,5%. Zeolit alam direndam dengan larutan CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O di dalam labu alas datar, dipanaskan sambil diaduk selama 6 jam pada temperatur 90°C kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110°C selama 3 jam.

Setelah impregnasi katalis dikalsinasi di reaktor dengan aliran gas N<sub>2</sub> (±400 ml/menit) pada temperatur 500°C selama 5 jam, dilanjutkan dengan tahap oksidasi dengan gas O<sub>2</sub> dan reduksi dengan gas H<sub>2</sub> masing-masing dengan laju alir gas ±400 ml/menit dan temperatur 400°C selama 2 jam [Susgadarsukawati dkk., 2012]. Untuk mengetahui keadaan katalis dilakukan analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi jenis mineral didalam zeolit alam dan logam Cu yang ada didalam katalis.

### Perengkahan PFAD

Perengkahan PFAD berlangsung secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk dengan kecepatan pengadukan adalah 300 rpm. Rasio berat katalis per berat PFAD adalah 1:75 yang merupakan hasil optimum dari penelitian Nasikin dkk., [2006]. Waktu reaksi 3 jam dan

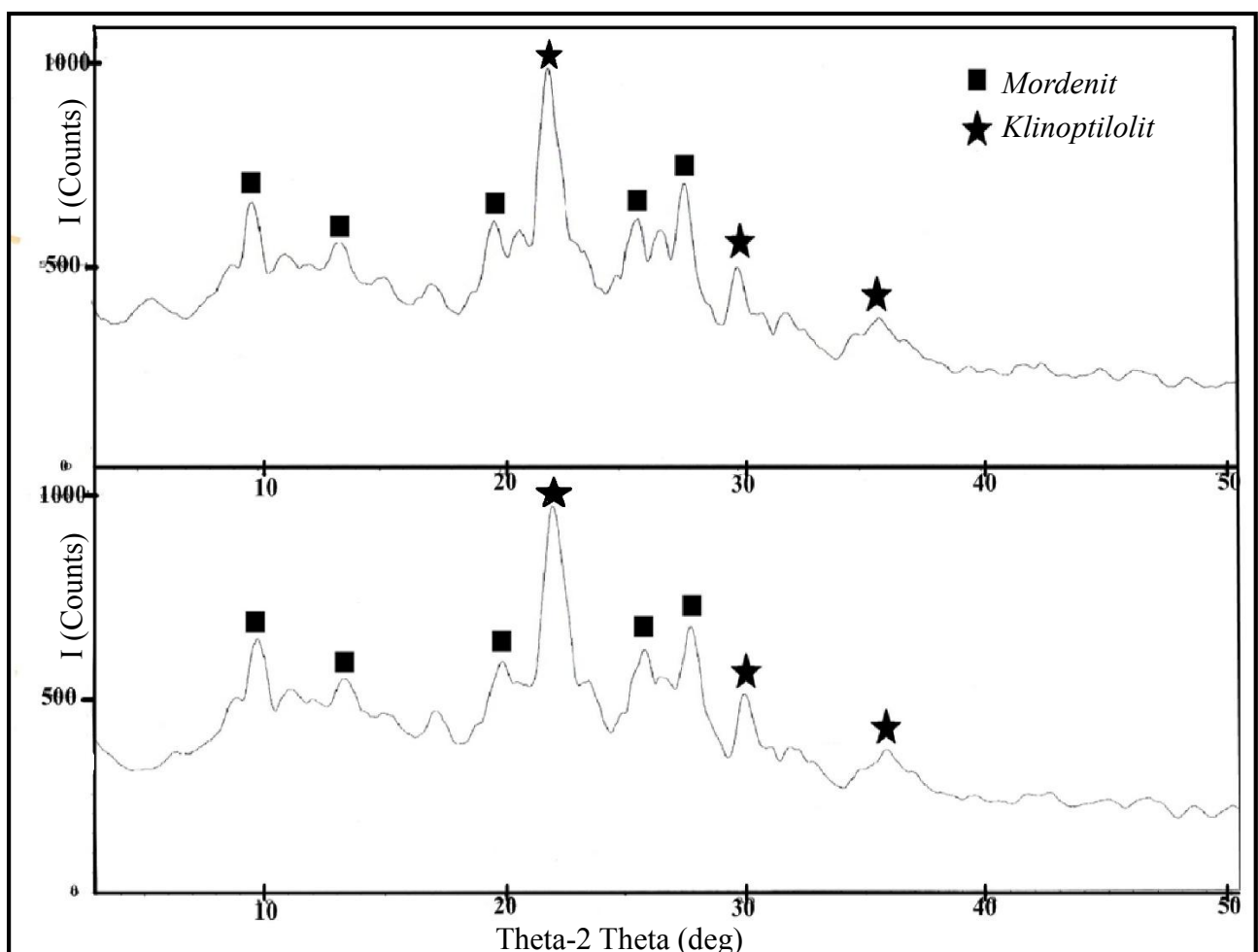
variasi temperatur 360, 380, 400 dan 420°C. Laju alir gas N<sub>2</sub> yang digunakan adalah sebesar ± 150 ml/menit. Untuk menentukan kondisi operasi terbaik dari variasi temperatur dan konsentrasi logam Cu dilakukan analisa GC-MS (*Gas Cromatografi Mass Spectra*) untuk mengetahui komponen yang ada dalam produk.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Analisa Katalis

Pola difraksi sinar X hasil analisa XRD memberikan informasi tentang jenis mineral

didalam zeolit yang ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak 2θ. Pola difraksi mineral dari hasil analisa XRD dicocokkan nilai 2θ nya dengan data standar *Joint Committee for Powder Diffraction Standards* (JCPDS) atau hasil penelitian lain yang dilakukan sehingga akan diketahui jenis mineral didalam sampel [Marita, 2010]. Analisa dilakukan pada sampel katalis dengan konsentrasi logam Cu 0,5%. Hasil analisa XRD dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Difraksi XRD Zeolit Alam Sebelum (Atas) dan Setelah Aktivasi (Bawah)

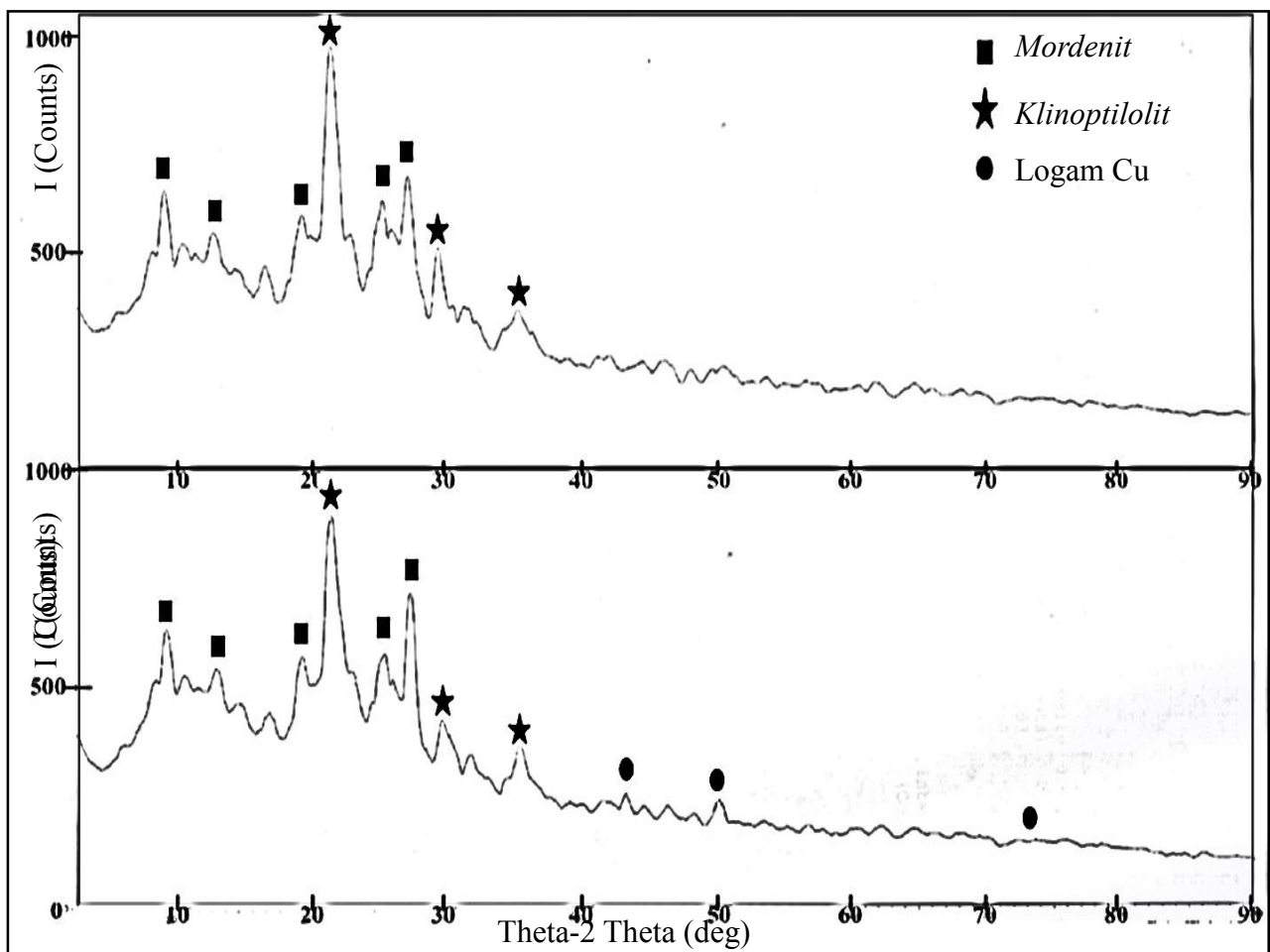
Puncak-puncak runcing yang terbentuk pada 2θ dari zeolit sebelum dan setelah diaktivasi tidak berubah, hal ini menginformasikan bahwa proses aktivasi zeolit

tidak merusak struktur zeolit. Aktivasi menyebabkan penurunan/penghilangan beberapa puncak pada daerah 2θ antara 3,9–7,3°, 20,3–21,4° dan 26,2–27,2° yang

membuktikan hilangnya beberapa pengotor dari zeolit. Berdasarkan kecocokkan nilai  $2\theta$  dari gambar dan data standar pada Tabel 1, disimpulkan bahwa zeolit terdiri dari jenis mineral *klinoptilolit* dan *mordenit*. Puncak  $2\theta$  dengan intensitas tertinggi adalah  $22,1^\circ$  menginformasikan keberadaan mineral *klinoptilolit*, puncak  $2\theta$  lainnya yaitu  $17,2^\circ$ ;  $29,9^\circ$  dan  $35,8^\circ$  juga menginformasikan keberadaan mineral *klinoptilolit*. Pada puncak

lainnya dapat diidentifikasi keberadaan mineral *mordenit* yaitu puncak pada  $2\theta$   $9,8^\circ$ ;  $13,3^\circ$ ;  $19,7^\circ$ ;  $25,7^\circ$  dan  $27,7^\circ$ .

Pola difraksi sinar X juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan logam Cu yang telah diimpregnasikan ke zeolit. Data beberapa puncak yang diperkirakan sebagai logam Cu pada analisa XRD katalis Cu/zeolit 0,5% dicocokkan dengan data JCPDS Cu pada Tabel 1.



Gambar 2. Pola Difraksi XRD Katalis Cu/Zeolit pada Konsentrasi Logam Cu 0,5%

Setelah diimpregnasikan logam Cu terjadi perubahan pola difraksi XRD pada katalis. Perubahan ini terlihat pada perubahan keruncingan puncak yang dibentuk pada  $2\theta$   $43,6^\circ$ ,  $50,4^\circ$  dan  $73,1^\circ$ . Jika dicocokkan dengan data JCPDS Cu 04-0836 pada  $2\theta$   $43,6^\circ$  dan

$50,4^\circ$ . Jika dicocokkan dengan data JCPDS Cu 04-0836 pada Tabel 1 maka dapat disimpulkan bahwa logam Cu telah terimpregnasi ke dalam zeolit aktif. Intensitas puncak yang tidak terlalu tinggi diperkirakan terjadi karena kecilnya kadar logam Cu yang terimpregnasi ke zeolit.

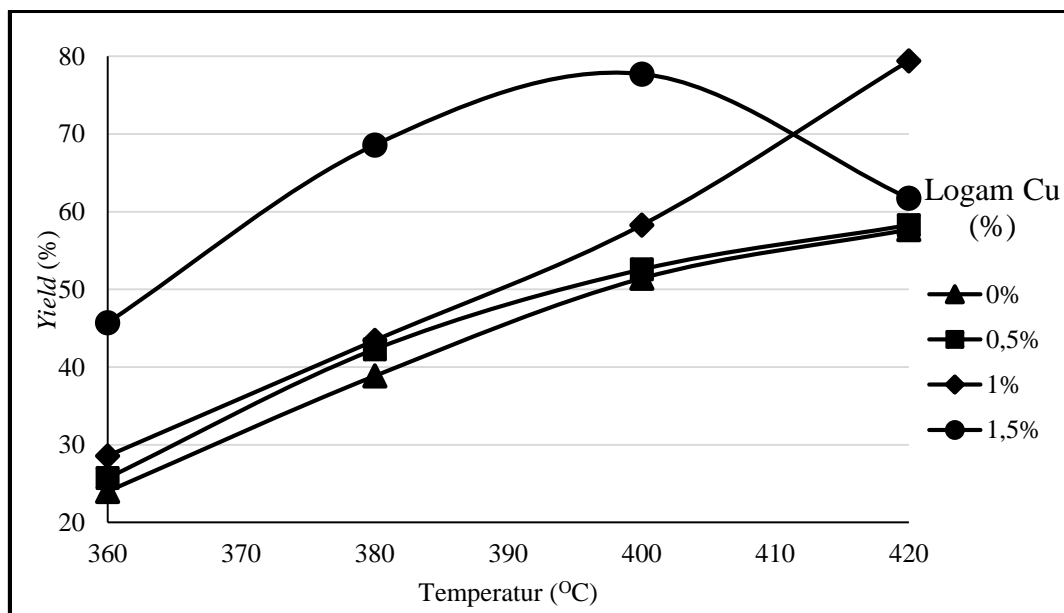
Tabel 1 Identifikasi Jenis Mineral dan Logam Cu pada Difraktogram Sinar – X

Komponen	2θ Standar	2θ	
		Zeolit Alam	
		Sebelum	Setelah
<i>Mordenit</i> [JCPDS 6-239]	9,84	9,86	9,87
	13,43	13,38	13,42
	19,6	20,96	20,06
	25,61	25,92	25,96
	27,65	27,8	27,9
<i>Klinoptilolit</i> [Khaidir, 2011]	17,36	17,3	17,31
	22,3	22,21	22,25
	29,9	30,05	30,14
	35,6	35,88	35,96
Logam Cu [JCPDS Cu 04-0836]	43,3	Cu/Zeolit alam	
	50,43	42,1	
	74,13	50,13	
		73,1	

### Hasil Analisa Produk

PFAD yang digunakan pada proses perengkahan adalah sebanyak 150 gr (175 ml).

Pengaruh temperatur dan konsentrasi Cu terhadap *yield* produk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Logam Cu Terhadap *Yield* (%) Produk

Gambar 3 menunjukkan kecenderungan bahwa semakin tinggi temperatur dan konsentrasi logam Cu, *yield* produk yang dihasilkan semakin banyak. Pada konsentrasi logam Cu 0, 0,5; dan 1 % *yield* produk meningkat dari temperatur 360 hingga 420°C sedangkan pada konsentrasi logam Cu 1,5% *yield* produk meningkat dari temperatur 360 hingga 400°C dan menurun pada temperatur 420°C. Peningkatan *yield* produk yang dihasilkan terjadi karena pada saat temperatur ditingkatkan, energi kinetik partikel pereaksi akan meningkat dan akan memperbanyak tumbukan yang terjadi antar partikel pereaksi sehingga reaksi berlangsung lebih cepat [Lestari, 2011]. Oleh karena itu semakin tinggi temperatur maka laju reaksi akan meningkat, sehingga *yield* produk perengkahan yang dihasilkan akan semakin banyak. Sedangkan penurunan *yield* produk diperkirakan terjadi karena pada temperatur yang semakin tinggi dan konsentrasi logam yang semakin besar akan mengakibatkan terjadi perengkahan lebih lanjut sehingga dihasilkan lebih banyak senyawa dengan rantai molekul pendek C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> yang berwujud gas [Nasikin dkk., 2010].

Peningkatan *yield* produk karena adanya peningkatan konsentrasi impregnasi logam Cu ke zeolit membuktikan bahwa impregnasi logam Cu dapat meningkatkan aktivitas katalis. Meningkatnya konsentrasi logam yang didispersikan ke pengemban akan meningkatkan kemampuan katalisisnya. Hal ini berkaitan dengan jumlah sisi aktif dari katalis yang juga mengalami peningkatan, sehingga probabilitas reaktan berinteraksi dengan permukaan katalis juga semakin meningkat [Handoko dkk., 2002]. Oleh karena itu semakin banyak konsentrasi logam Cu yang diimpregnasikan ke zeolit maka *yield* produk yang dihasilkan akan semakin meningkat. *Yield* produk perengkahan tertinggi diperoleh pada temperatur 420°C dengan konsentrasi logam Cu 1% yaitu sebesar 79,43%. Analisa GC-MS dilakukan pada produk dengan *yield* tertinggi untuk mengetahui fraksi total dan komponen *biofuel* didalam produk yang telah dihasilkan. Fraksi total *biofuel* yang dihasilkan adalah sebesar 70,88% (v/v) dari total produk dengan

komponen penyusun 7,83% *gasoline* dan 63,05% *kerosene* dan *diesel*.

## Kesimpulan

*Biofuel* dapat dihasilkan dari proses perengkahan PFAD secara katalitik dengan bantuan katalis Cu/zeolit alam. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa peningkatan temperatur dari 360°C hingga 420°C pada proses perengkahan katalitik berbanding lurus terhadap jumlah *biofuel* yang dihasilkan. Dan pada pengembanan logam Cu, jumlah *biofuel* meningkat seiring peningkatan konsentrasi logam Cu dari 0% hingga 1% dan menurun pada konsentrasi logam Cu 1,5%. *Yield* produk dan fraksi total *biofuel* tertinggi diperoleh pada temperatur 420°C dan konsentrasi logam Cu 1,0% yaitu sebesar 79,43% dan 70,88%.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ida Zahrina dan Ibu Elvi Yenie selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama pelaksanaan dan penyusunan Skripsi penelitian ini. Terima kasih kepada kedua Orang Tua dan keluarga tercinta atas dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tak terhingga selama ini serta doa buat penulis. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan penelitian, rekan-rekan mahasiswa Kelas B angkatan 2008, terima kasih atas dukungan, semangat dan bantuannya buat penulis.

## Daftar Pustaka

- Anonim. (12 April 2012). Produksi CPO Indonesia 40 Juta Ton Per Tahun. Bangka Pos (Online). <http://bangka.tribunnews.com>, diakses pada 12 Juli 2012, Pkl 14.30.
- Asmoko, H. 2008. Studi Aktivitas dan Selektivitas Katalis Cu/H5-NZA dan Co/H5-NZA dalam Perengkahan Plastik menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar Bensin. Skripsi Sarjana. Universitas Jember.

- Handoko, P. & Setyawan, D. (2002), Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam. *Jurnal Ilmu Dasar*, 3, 15-23.
- Amin, N., A., S., & Siregar, T., B. (2006). *Catalytic Cracking of Palm Oil to Gasoline over Pretreated Cu-ZSM-5*. *Jurnal Teknologi*, 44 (F), 69-82.
- Khaidir. 2011. Modifikasi Zeolit Alam sebagai Material Molecular Sieve dan Aplikasinya pada Proses Dehidrasi Bioetanol. Tesis Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Marita, E. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses *Catalytic Cracking* Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair. Skripsi Sarjana. Universitas Riau.
- Nasikin, M., Wahid, A., & Iswara, G. (2006). Perengkahan katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Palembang.
- Nurjannah, Roesyadi, A., & Danawati, H., P. 2010. Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan HZSM-5 Sintesis. Disertasi. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Susgadarsukawati, N. F., Priatmoko, S., & Wahyuni, S. (2012). Preparasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam sebagai Katalis Perengkahan Sampah Plastik HDPE. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 1 (1).
- Ulfah, M. 2010. Zeolit sebagai Penukar Ion, Adsorben, Bahan Pengemban Katalis, <http://www.scribd.com>, diakses pada 22 Juli 2012, Pkl. 21.20 WIB.
- Utami, B. 2009. *Kimia Untuk SMA/MA KELAS XI Program Ilmu Alam*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depatemen Pendidikan Nasional.
- Widianti, T. (2006). Pengujian Kapasitas Tukar Kation Zeolit sebagai Penukar Kation Alami untuk Pengolahan Limbah Industri. *Annual Meeting on Testing and Quality (AMTeQ)*, 1907-7459.
- Yelmida, Zahrina, I., & Akbar, F. (2011). Perengkahan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) dengan Katalis Zeolit Sintesis untuk Menghasilkan Biofuel. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 1 (8), 13-18.
- Yenie, E., Zahrina, I., & Akbar, F. (2010). Optimasi Kondisi Proses Konversi Biodiesel dari *Palm Fatty Acid Distilate* Menggunakan Katalis H-Zeolit. *Seminar Nasional Fakultas Teknik-Universitas Riau*, Pekanbaru .