

**PERENKAHAN KATALITIK *PALM FATTY ACID DISTILLATE*
MENGHASILKAN *BIOFUEL* MENGGUNAKAN KATALIS *FE/ZEOLIT*
ALAM (VARIASI KONSENTRASI LOGAM *FE* DAN TEMPERATUR
REAKSI)**

Fitria Handayani*, Ida Zahrina, Yelmida

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

*Email : fitria.handayani17@yahoo.com

ABSTRACT

Petroleum is fossil fuels that unrenewable but the avaibility decreases. Biofuel is an alternative energy resource processed from vegetable oil which can subtitute petroleum. Biofuel can be produced through a catalytic cracking process of Palm Fatty Acid Distillate (PFAD). This research is aimed to reveal the process of producing biofuel of PFAD through a catalytic cracking process using a catalyst Fe/ Natural Zeolite and reveal the effects and the best condition of temperature variety and concentration of Fe on the yield of biofuel. The results show that the higher the temperature and the concentration of Fe works, the more likely biofuel yield increases. The best condition is obtained at temperature of 420°C and 1,5% Fe concentration that produces the highest yield product and total fraction of biofuels sequentially for 71,11% and 70,18%.

Key Words: Biofuel, Fe/Natural Zeolite,Catalytic Cracking, PFAD.

1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak adalah sumber energi dengan konsumsi yang terbesar untuk saat ini diseluruh dunia jika dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Tetapi saat ini dunia mengalami krisis bahan bakar minyak. Harga minyak mentah dunia terus meningkat. Banyak negara, terutama Indonesia, mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak (dari bahan bakar fosil) untuk

negaranya sendiri. Indonesia, khususnya, telah mengimpor bahan bakar minyak untuk kebutuhan negara dengan jumlah yang cukup besar [Destianna dkk, 2007].

Perkembangan produksi minyak Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan, sehingga perlu upaya luar biasa untuk menemukan cadangan-cadangan bahan bakar baru dan peningkatan produksi.

Tabel 1. Produksi Minyak Indonesia dari tahun 2004-2012

| TAHUN | MINYAK BUMI (MBPY) | KONDENSAT (MBPY) | JUMLAH (MBPY) |
|-------|-----------------------|---------------------|------------------|
| 2004 | 353,945 | 46,541 | 400,486 |
| 2005 | 341,203 | 46,450 | 387,654 |
| 2006 | 322,350 | 44,699 | 367,050 |
| 2007 | 305,137 | 43,211 | 348,348 |
| 2008 | 312,484 | 45,016 | 357,500 |
| 2009 | 301,663 | 44,650 | 346,313 |
| 2010 | 300,872 | 43,965 | 344,836 |
| 2011 | 289,899 | 39,350 | 329,249 |
| 2012* | 143,654 | 19,979 | 163,633 |

Sumber : Ditjen MIGAS, diolah Pusdatin

Keterangan:

* Data Semester 1 2012

MBPY = *Million Barrel Per Year* (Juta Barel per tahun)

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa produksi minyak Indonesia mengalami penurunan dari tahun 2004-2012. Pada tahun 2004 jumlah produksi minyak Indonesia sebanyak 400,5 juta barel, sedangkan pada semester pertama tahun 2012 produksi minyak Indonesia merosot menjadi 163,6 juta barel.

Indonesia sebagai negara dengan persediaan biomassa yang melimpah dan masih dapat diperbaharui, sangat berpotensi untuk memanfaatkan biomassa sebagai sumber pembuatan energi alternatif. Energi alternatif tersebut adalah *biofuel* [Destianna dkk, 2007]. *Biofuel* merupakan bahan bakar alternatif terbarukan yang dapat diproduksi dari biomassa dan produk turunannya serta bahan non-fosil lainnya. Salah satunya adalah *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD). PFAD merupakan produk samping yang dihasilkan dari pengolahan Crude Palm Oil (CPO). PFAD dominan mengandung asam lemak bebas dan trigliserida dalam jumlah sedikit. Trigliserida dan asam lemak bebas merupakan hidrokarbon rantai panjang sehingga bila

direngkah akan menghasilkan bahan bakar minyak [Zahrina dkk, 2006].

Indonesia termasuk salah satu produsen CPO terbesar di dunia. Produksi CPO tahun 2011 sebesar 23,5 juta ton, sebesar 16,5 juta ton di antaranya diekspor. Sementara sisanya sebesar 6,2 juta ton dipasok untuk kebutuhan dalam negeri, baik untuk industri maupun rumah tangga. Secara keseluruhan proses pemurnian minyak sawit dapat menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5% PFAD dan 0.5%-1% bahan lain. Dengan kata lain, 5% PFAD dapat dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai tambah, misalnya sebagai sumber energi alternatif [Anonim, 2012].

Perengkahan katalitik terhadap minyak sawit atau asam lemak telah banyak dilakukan, menggunakan zeolit alam atau zeolit sintetis sebagai katalis. Hasil perengkahan diperoleh hidrokarbon dengan rantai karbon C₄ sampai C₁₂ [Nasikin, 2006; Nurjannah dkk, 2009 dan Ayu, 2012]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh variasi temperatur dan

konsentrasi logam Fe (yang diimbangkan pada zeolit) pada proses perengkahan PFAD menggunakan katalis Fe/zeolit alam. Serta menentukan kondisi optimum operasi perengkahan PFAD dengan variasi temperatur dan konsentrasi logam Fe dalam perengkahan PFAD menjadi *biofuel*.

2. Metodologi

2.1 Persiapan Bahan Baku

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

2.2 Pembuatan Katalis Fe/Zeolit Alam

Zeolit alam digerus dan diayak untuk mendapatkan zeolit alam dengan ukuran 100- 200 *mesh*. Zeolit alam kemudian diaktivasi terlebih dahulu untuk meningkatkan luas permukaannya sehingga dapat meningkatkan kinerjanya sebagai katalis. Zeolit alam dipanaskan pada temperatur 300°C selama 3 jam kemudian direndam di dalam larutan pengaktif H₂SO₄ 0,2 N selama 30 menit sambil diaduk. Nilai ini merupakan besaran optimum dari penelitian Widianti [2006] yang melakukan aktivasi zeolit alam dengan variasi konsentrasi H₂SO₄. Kemudian zeolit alam dicuci sampai pH netral dan dikeringkan pada temperatur 120°C selama 3 jam.

Setelah aktivasi, logam Fe diimpregnasikan ke zeolit alam untuk mendispersikan kation dari larutan garam prekursor yaitu (NH₄)₂(FeSO₄)₂.6H₂O. Impregnasi dilakukan dengan variasi konsentrasi logam Fe terhadap katalis 0; 0,5; 1 dan 1,5%. Zeolit alam dimasukkan ke dalam labu alas datar dan

ditambahkan larutan prekursor (NH₄)₂(FeSO₄)₂.6H₂O, 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 N₂ (±400 ml/menit) pada temperatur 500°C selama 6 jam, dilanjutkan dengan tahap oksidasi dengan gas O₂ dan reduksi dengan gas H₂ masing-masing dengan laju alir gas ±400 ml/menit dan temperatur 400°C selama 2 jam.

Untuk mengetahui keadaan katalis, dilakukan analisa dengan menggunakan analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi jenis mineral di dalam zeolit alam dan logam Fe yang ada di dalam katalis.

2.3 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 kondisi optimum dari penelitian Nasikin dkk, [2006]. Waktu reaksi 3 jam dan variasi temperatur 360, 380, 400 dan 420°C. Laju alir gas N₂ yang digunakan adalah sebesar ± 150 ml/menit. Dari kondisi operasi terbaik dilakukan analisa GC-MS (*Gas Cromatografi Mass Spectra*) untuk mengetahui komponen yang ada dalam produk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Analisa XRD

Pola difraksi sinar X sampel memberikan informasi tentang jenis mineral dan tingkat kristalinitas struktur komponen penyusun sampel.

Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh munculnya puncak (2θ), sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi mineral dari hasil analisis difraksi sinar X dicocokkan nilai 2θ nya dengan data JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standard*) atau hasil penelitian lain yang dilakukan sehingga akan diketahui jenis mineral

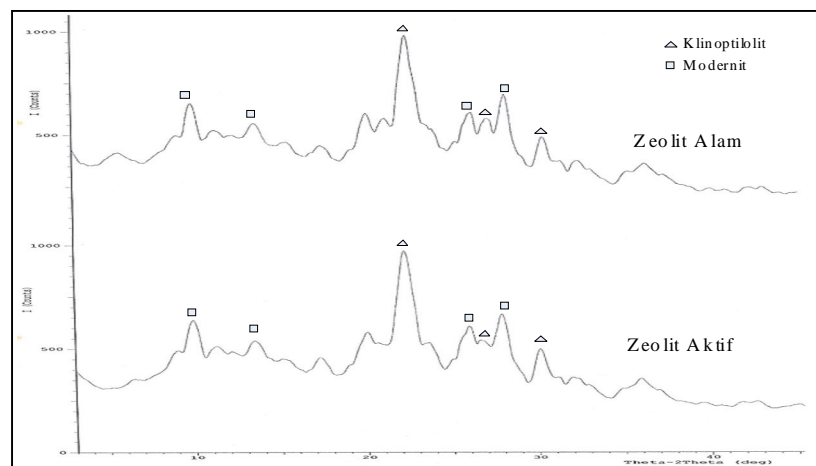
zeolit yang digunakan [Marita, 2010]. Berdasarkan kecocokan nilai 2θ dengan data JCPDS, puncak dengan intensitas paling tinggi yaitu pada 2θ $22,1^\circ$ menunjukkan keberadaan zeolit jenis *Klinoptilolit*.

Pada difraksi sinar x juga menunjukkan jenis zeolit *Mordenit*, yang ditunjukkan oleh sudut 2θ seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Identifikasi Jenis Mineral pada Difraktogram Sinar – X

| Komponen | 2θ Penelitian | 2θ Standar | Sumber |
|----------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| <i>Mordenit</i> | 9,8 | 9,84 | JCPDS 6-239 |
| | 13,2 | 13,43 | |
| | 19,7 | 19,6 | |
| | 25,7 | 25,61 | |
| | 27,7 | 27,65 | |
| <i>Klinoptilolit</i> | 17,2 | 17,36 | Khaidir (2011) |
| | 22,1 | 22,3 | |
| | 29,9 | 29,9 | |
| | 35,8 | 35,6 | |
| Fe | 44,8 | 44,78 | JCPDS 87-721 |
| | 65 | 65,03 | |

Difraktogram sinar X zeolit alam dan zeolit aktif ditunjukkan pada Gambar 1.

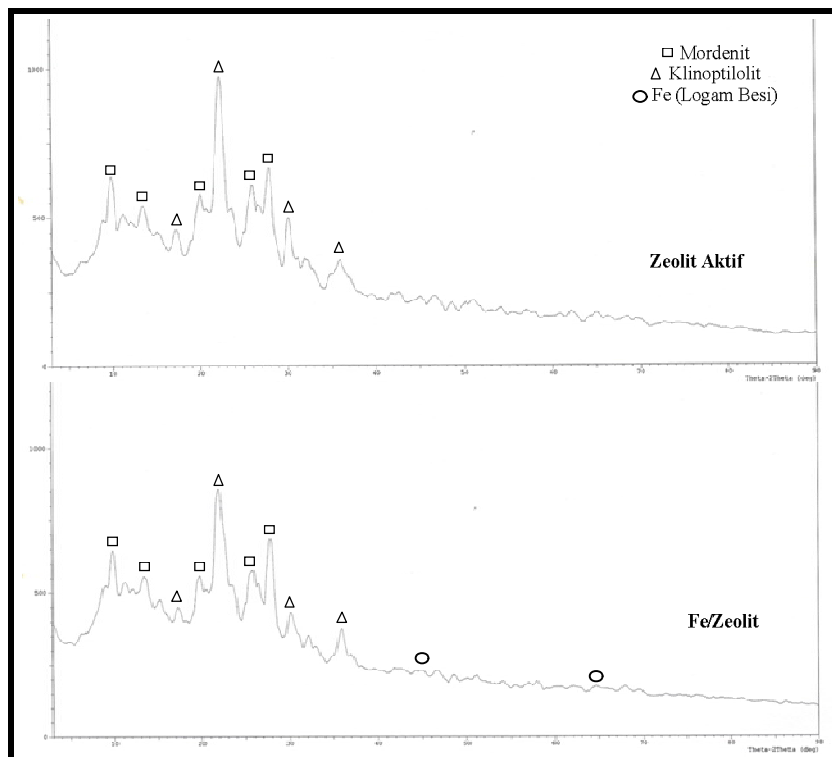


Gambar 1. Perbandingan Hasil Difraktogram Sinar X Zeolit Alam dan Zeolit Alam Aktif

Puncak-puncak 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 2θ yang membuktikan hilangnya beberapa mineral pengotor.

Pola difraksi sinar X dapat memprediksi adanya fasa aktif yang tersebar pada permukaan dan pori katalis. Fasa aktif diharapkan berupa fasa metalik dari logam yang diembankan yaitu logam Fe. Berdasarkan kecocokan nilai 2θ dari gambar dan data standar pada Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa zeolit terdiri dari jenis mineral *mordenit* dan *klinoptilolit*. Puncak 2θ dengan

intensitas tertinggi adalah $22,1^\circ$ menginformasikan keberadaan mineral *klinoptilolit*, puncak 2θ 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 2θ $9,8^\circ$; $13,3^\circ$; $19,7^\circ$; $25,7^\circ$ dan $27,7^\circ$. Puncak-puncak selain yang disebutkan sebelumnya diperkirakan merupakan puncak-puncak dari logam Fe. Pada analisa XRD, katalis Fe/zeolit 0,5% dicocokkan dengan data JCPDS Fe yang tercantum pada Tabel 2. Perbandingan hasil XRD zeolit aktif dan katalis Fe/zeolit ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Pola Difraktogram Sinar X Zeolit Aktif dengan Fe/zeolit

Hasil perbandingan pada gambar menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan pola difraksi XRD

zeolit aktif. Perubahan ini terlihat pada intensitas puncak yang dibentuk pada 2θ $44,8^\circ$ dan 65° . Jika dicocokkan

dengan data JCPDS Fe 87-721 pada Tabel 2 maka dapat disimpulkan bahwa zeolit aktif mengandung logam

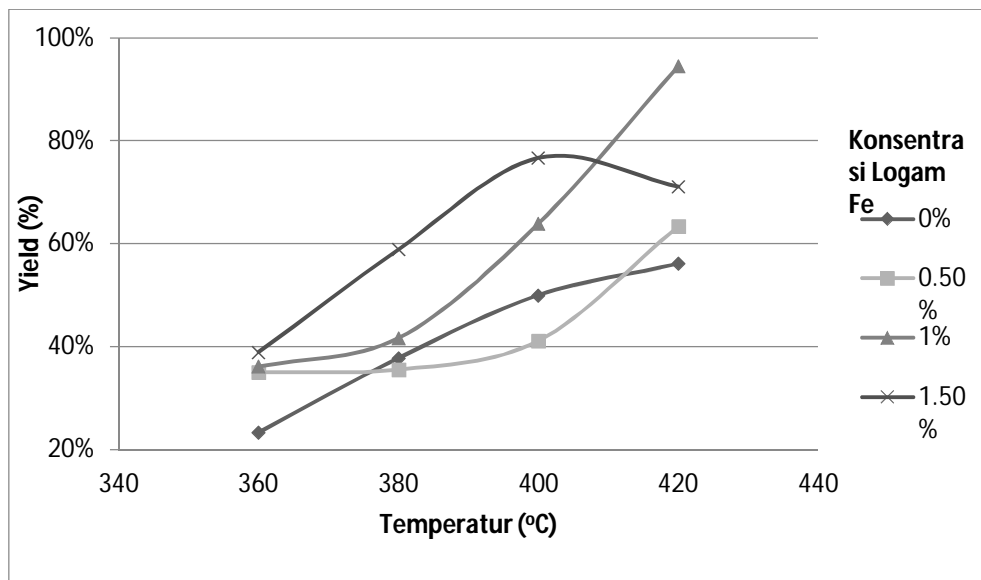
Fe. Intensitas puncak yang tidak terlalu tinggi dikarenakan kadar logam yang kecil.

3.2 Hasil Analisa Produk

3.2.1 Hasil Perhitungan *Yield* Produk

Proses perengkahan katalitik PFAD berlangsung pada temperatur 360, 380, 400 dan 420°C dengan variasi konsentrasi logam (Fe) 0; 0,5; 1 dan 1,5% wt. PFAD yang digunakan sebanyak 150 gr (180 ml).

Proses perengkahan berlangsung selama 3 jam dengan laju alir gas N₂ 150 ml/menit. Pengaruh temperatur dan konsentrasi logam terhadap *yield Biofuel* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Logam Terhadap *Yield Biofuel*

Dapat dilihat pada Gambar 3 temperatur berpengaruh terhadap *yield biofuel* yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu maka *yield biofuel* yang dihasilkan cenderung meningkat. Ini dikarenakan semakin tinggi suhu maka akan mempercepat reaksi sehingga *yield* produk yang diinginkan semakin meningkat. Peningkatan *yield* produk karena adanya peningkatan konsentrasi impregnasi logam Fe ke zeolit membuktikan bahwa impregnasi logam Fe 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 [Setyawan, 2001]. Oleh karena itu semakin banyak konsentrasi logam Fe yang diimpregnasikan ke zeolit maka *yield* produk yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Pada konsentrasi logam Fe 0%; 0,5% dan 1% *yield* produk berbanding lurus terhadap temperatur,

sedangkan pada konsentrasi logam Fe 1,5% *yield* produk terus naik pada temperatur 360, 380 dan 400°C kemudian turun pada temperatur

420°C. *Yield* produk tertinggi diperoleh pada temperatur 420°C dengan konsentrasi logam Fe 1% yaitu sebesar 94,44%.

Tabel 3. *Yield* Produk yang Dihasilkan

| Konsentrasi Logam Fe (%) | Temperatur (°C) | | | |
|--------------------------|-----------------|--------|--------|--------|
| | 360 | 380 | 400 | 420 |
| 0 | 23,33% | 37,78% | 50,00% | 56,11% |
| 0,5 | 35,00% | 35,56% | 41,11% | 63,33% |
| 1 | 36,11% | 41,67% | 63,89% | 94,44% |
| 1,5 | 38,89% | 58,89% | 76,67% | 71,11% |

3.2.2 Analisa Gas Cromatografi Mass Spectra

Gas Cromatografi Mass Spectra (GCMS) merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui jumlah dan komponen-komponen yang terdapat dalam produk yang dihasilkan. Hasil analisa GCMS dilakukan pada sampel dengan kondisi operasi terbaik yaitu pada temperatur 420°C dan konsentrasi logam Fe 1,5%. Hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 4.

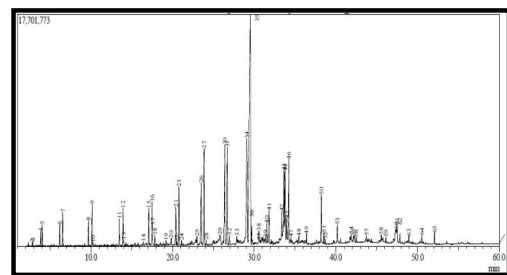
Tabel 4. Fraksi *Biofuel* Hasil Analisa GC-MS Produk Perengkahan pada temperatur 420°C dan konsentrasi logam Fe 1,5%.

| Produk | Fraksi (%) |
|--------------------|------------|
| Gasolin | 15,19 |
| Kerosin dan Diesel | 54,99 |
| Total | 70,18 |

Hasil analisa GCMS pada Tabel 4 menunjukkan Fraksi *Biofuel* pada produk Perengkahan. Fraksi produk tertinggi adalah Kerosin dan Diesel

sebesar 54,99%, fraksi gasolin sebesar 15,19% dengan total fraksi sebesar 70,18%.

Kromatogram Hasil analisa GCMS produk perengkahan pada temperatur 420°C dan konsentrasi logam Fe 1,5% dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Kromatogram Produk pada Suhu 420 °C dengan Konsentrasi Logam Fe 1,5%

Senyawa-senyawa penyusun *biofuel* yang terdapat dalam produk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Senyawa–senyawa penyusun *biofuel* yang Terdapat dalam Produk

| Peak | Senyawa |
|------|------------------------|
| 4 | 1-Pentene |
| 5 | Pentane |
| 6 | Cyclopentene |
| 7 | 1-Hexene |
| 8 | Hexane |
| 9 | Cyclopentane |
| 10 | Cyclopentene |
| 12 | 1-Heptene |
| 13 | Heptane |
| 14 | 2-Heptene |
| 15 | 1,3,5-Cycloheptatriene |
| 16 | 1-Octene |
| 17 | Octane |
| 18 | 1-Nonene |
| 19 | Nonane |
| 20 | Cis-2-Nonene |
| 21 | 1-Decene |
| 22 | Decane |
| 23 | Cis-4-Decene |
| 24 | 1-Undecene |
| 26 | 5-Undecene |
| 27 | 2-Undecene |
| 28 | 1-Dodecene |
| 29 | Dodecane |
| 32 | Tridecane |
| 34 | Tetradecane |
| 35 | 3-Tetradecene |
| 36 | Cyclotetradecane |
| 38 | Pentadecane |
| 39 | 1-Pentadecene |
| 40 | N-Nonylcyclohexane |
| 41 | 3-Hexadecene |
| 42 | 3-Hexadecene |
| 44 | Hexadecane |
| 46 | 8-Heptadecene |
| 47 | Heptadec-8-Ene |
| 49 | Heptadecane |
| 51 | 1-Heptadecene |

4. Kesimpulan

Biofuel dapat dihasilkan dari proses perengkahan PFAD secara katalitik dengan bantuan katalis Fe/Zeolit Alam. Berdasarkan hasil analisa GC-MS dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur proses dan jumlah logam Fe yang diembankan ke zeolit maka jumlah *biofuel* yang dihasilkan cenderung meningkat. *Yield* produk dan fraksi total *biofuel* tertinggi diperoleh pada temperatur 420°C dan konsentrasi logam Fe 1,5% yaitu sebesar 71,11% dan 70,18%

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ida Zahrina dan Ibu Yelmida selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama pelaksanaan 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 mahasiswa Kelas B angkatan 2008, terima kasih atas dukungan, semangat dan bantuannya buat penulis.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2012, Ekspor produk turunan CPO harus dipacu, <http://www.kabarbisnis.com>, 12 September 2012
- Ayu, MKP., 2012, Produksi Biofuel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat CaO/g-Al₂O₃ dan CoMo/g-Al₂O₃, Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh November

- Destianna, M., Zandy, A., Nazef dan Puspasari, S., 2007, Intensifikasi Proses Produksi Biofuel, *Lomba Karya Ilmiah Mahasiswa ITB Bidang Energi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Marita, E. 2010. Pembuatan Dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA Untuk Proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Nasikin, M., Wahid, A dan Iswara, G., 2006, Perengkahan katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*. Palembang
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi, A. dan Danawati, 2009, Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan HZSM-5 Sintesis, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Bandung
- Setyawan, D dan Handoko, P., 2002, Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam, *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol 3, hal. 15-23