

# Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* Menjadi *Biofuel* Dengan Katalis Fe/Zeolit

M. Arief Firmandani<sup>1</sup>, Ida Zahrina<sup>2</sup>, Elvie Yenie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
arieffirmandani@gmail.com

## ABSTRACT

*Nowdays, fuels needs in Indonesia are increased instead the productions of fuels are decreased. 94 Palm Oil Industries in Indonesia produce Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) 750 thousands tons a year. PFAD can be conversed into biofuel by catalytic cracking process. In this research Fe/Zeolite catalyst is used by the compositions 0% to 1,5% by rates of agitations 300 to 600 rpm, the temperature is 380°C and the flowrate N<sub>2</sub> is 150 ml/minute. Biofuels was obtained by the highest yield (%) is 88% and the conversion is 58,8% on the concentration of Fe/Zeolite is 0,5% and rate of agitation is 500 rpm. The compositions of Biofuel gained are 9,76% Gasoline, 57,06% Kerosene and Diesel.*

*Key Words: Biofuel, Catalytic Cracking, Fe/Zeolite, PFAD*

## 1 Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun (Doman, 2011), begitu juga dengan kebutuhan bahan bakar minyak sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbarui akan semakin meningkat. Kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia diprediksi akan mengalami peningkatan hingga tahun 2025 yaitu mencapai 830 juta barrel, sementara produksi minyak bumi yang diperkirakan hanya 130 juta barrel pada tahun 2025 (Permana dkk, 2011). Hal ini sangat berpotensi menimbulkan krisis energi besar-besaran di seluruh pelosok dunia di masa yang akan datang. Oleh karena itu, untuk mengatasi persoalan tersebut perlu diadakan revolusi energi dengan mencari energi alternatif berbahan baku nabati non pangan yang sifatnya terbarukan dan jumlahnya memadai. Salah satu diantaranya adalah dengan proses pengolahan produk samping industri nabati menjadi *biofuel*.

Indonesia memiliki 94 industri minyak goreng berbahan baku CPO yang tersebar di 19 propinsi (Hidayat, 2010). Produk samping dari Industri ini yaitu *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) yaitu sebesar  $\pm 5\%$  dari pengolahan

CPO, atau setara dengan 750.000 ton PFAD/tahun ketika produksi CPO Indonesia mencapai  $\pm 15$  juta ton/tahun pada tahun 2012 (Badan Pusat Statistik, 2013). Asam lemak dapat diolah menjadi *biofuel* dengan proses perengkahan katalitik seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Nurjannah (2010) karena asam lemak mengandung komponen hidrokarbon rantai panjang yang dapat direngkah menjadi komponen-komponen hidrokarbon rantai pendek. Oleh karena itu PFAD berpotensi sebagai sumber energi untuk masyarakat dan bahkan untuk industri itu sendiri, maka pada penelitian ini akan digunakan PFAD untuk memproduksi *biofuel*.

Tujuan Penelitian ini adalah mendapatkan kondisi operasi perengkahan katalitik berupa komposisi logam pengemban katalis dan kecepatan pengadukan dengan nilai *yield* (%) produk tertinggi yang dihasilkan dari perengkahan PFAD menjadi *biofuel* serta mengetahui komponen kimia *biofuel* yang didapatkan dari proses perengkahan PFAD menjadi *biofuel*.

## 2 Metodologi

Penelitian ini melalui beberapa tahapan.

### a. Persiapan Katalis

Persiapan katalis meliputi preparasi Zeolit Aktif dan Fe/Zeolit. Preparasi Zeolit Aktif dilakukan dengan mengecilkan ukuran zeolit alam hingga ukuran -100+200 mesh. Kemudian zeolit diaktivasi fisika dengan dengan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 300°C selama 1 jam, lalu didinginkan di dalam desikator. Selanjutnya dilakukan aktivasi kimia dengan merendam zeolit di dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 N selama 30 menit dengan pengadukan, lalu disaring dan dicuci hingga pH netral.

Preparasi Fe/Zeolit dilakukan dengan mengimpregnasikan logam Fe pada Zeolit Aktif pada suhu 90°C selama 6 jam. Kemudian padatan tersebut dikalsinasi pada suhu 500°C selama 4 jam, oksidasi pada suhu 400°C selama 2jam dan direduksi pada suhu 400°C selama 2 jam. Fe/Zeolit ini selanjutnya digunakan sebagai katalis untuk proses perengkahan katalitik PFAD menjadi *biofuel*.

Katalis Zeolit Aktif dan Fe/Zeolit selanjutnya dianalisa dengan X-Ray Diffraction (XRD).

### b. Pembuatan *Biofuel*

Pembuatan *biofuel* dilakukan dengan merengkah PFAD 150 gram dan katalis Fe/Zeolit dengan persentasi tertentu dalam reaktor perengkahan *batch*. Reaktor dialiri gas nitrogen untuk *purging* O<sub>2</sub>, dipanaskan pada suhu 380°C dengan kecepatan pengadukan

tertentu. Produk gas yang terkondensasi (*biofuel*) ditampung selama 3 jam. Produk *Biofuel* yang terbentuk di analisa komponen kimia menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS).

## 3 Hasil dan Pembahasan

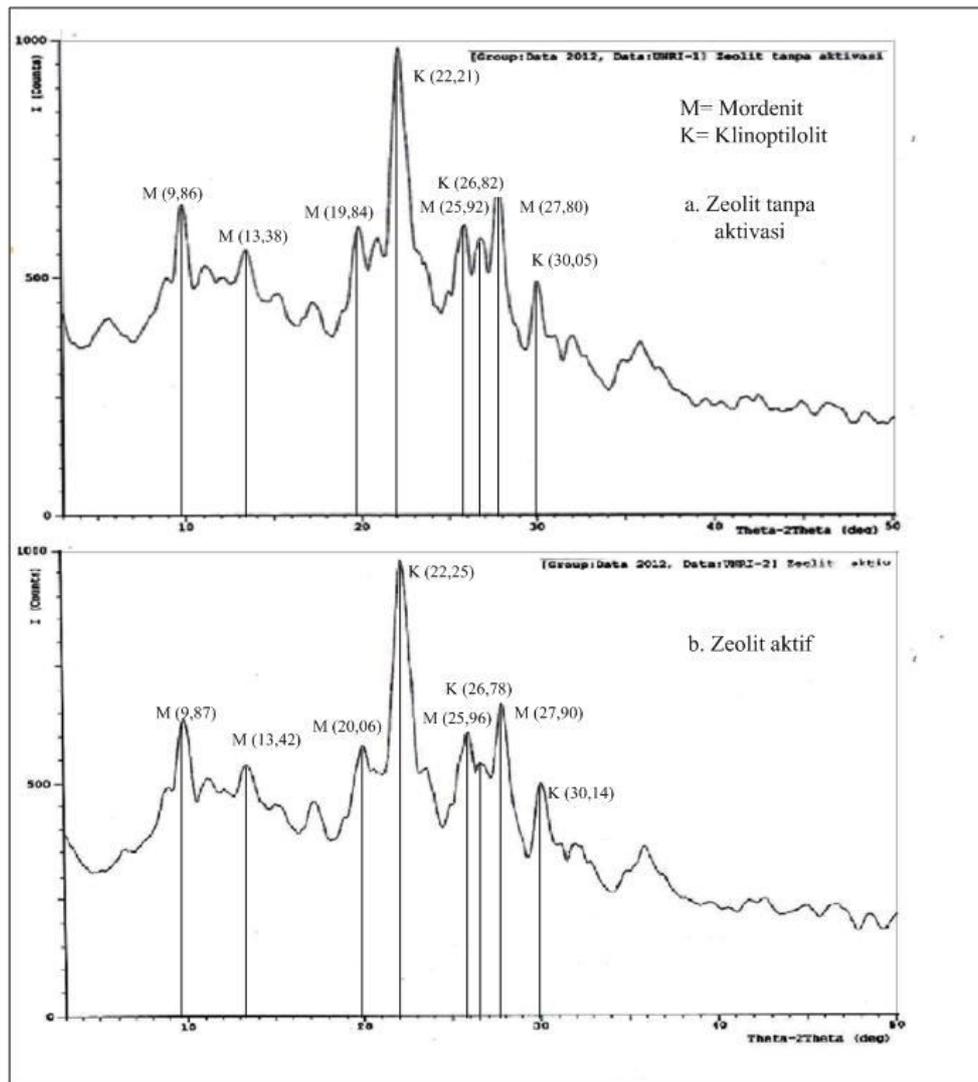
### 3.1 Hasil XRD Katalis

Zeolit alam memiliki kandungan mineral utama berupa klinoptilolit dan mordenit. Mineral-mineral ini yang diidentifikasi melalui pola difraktogram sinar X dari hasil XRD katalis. Data nilai 2θ dari puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Puncak-Puncak Mineral Utama Zeolit

Komponen	2θ	Sumber
Mordenit	9,84	JCPDS No.6-239
	13,43	
	19,60	
	25,61	
	27,65	
Klinoptilolit	22,31	Marita 2010
	26,60	
	29,96	

Pola difraksi sinar X menunjukkan adanya perubahan pola difraksi antara zeolit alam dan zeolit alam aktif. Perbandingan hasil difraksi sinar X antara zeolit alam dan zeolit alam aktif ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Pola Difraksi Sinar X Zeolit Tanpa Aktivasi dan Zeolit Aktif

Pada Gambar 1 terlihat adanya puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit pada zeolit alam. Puncak mineral klinoptilolit (K) terlihat pada 22,21°; 26,82° dan 30,05°. Sementara itu, puncak mineral mordenit (M) terlihat pada 20 9,86°; 13,38°; 19,84°; 25,92° dan 27,80°. Hasil analisa XRD ini membuktikan bahwa zeolit alam yang digunakan mengandung mineral-mineral utama dari zeolit.

Hasil XRD zeolit aktif ini juga tidak menunjukkan adanya perubahan nilai 2θ yang

signifikan pada puncak-puncak mineral utama zeolit yang ini membuktikan bahwa aktivasi zeolit tidak merusak kristalinitas zeolit alam..

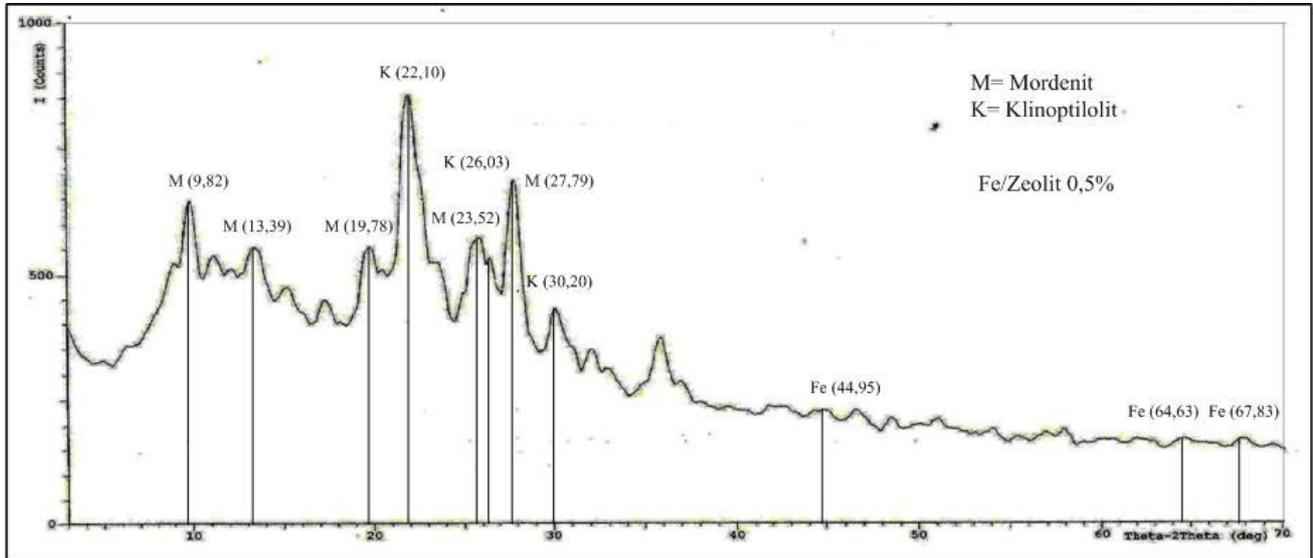
Analisa XRD juga dilakukan pada katalis Fe/Zeolit untuk dapat mengidentifikasi keberadaan logam Fe pada katalis. Puncak-puncak 2θ yang terbentuk pada difraktogram katalis dicocokkan dengan data standar JCPDS logam Fe. Data standar JCPDS logam Fe dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Data Standar JCPDS Logam Fe

Komponen	2θ	Sumber
Fe	44,90	JCPDS No. 06-0696
	65,70	
	68,00	

Hasil XRD katalis Fe/Zeolit menunjukkan bahwa ada 2 puncak baru sesuai JCPDS No. 06-0696 yang diidentifikasi sebagai puncak logam

Fe. Hasil difraksi sinar X Fe/Zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Pola Difraksi Sinar X Katalis Fe/Zeolit

Puncak logam Fe yang terlihat pada Gambar 2 intensitasnya tidak terlalu besar, karena kadar logam Fe yang diembankan kecil, yaitu 0,5%. Puncak-puncak dari mineral klinoptilolit dan mordenit masih dapat diidentifikasi pada katalis Fe/Zeolit, yang membuktikan bahwa pengembanan logam pada zeolit aktif tidak merusak struktur utama dari zeolit tersebut (Rifqi dkk, 2012).

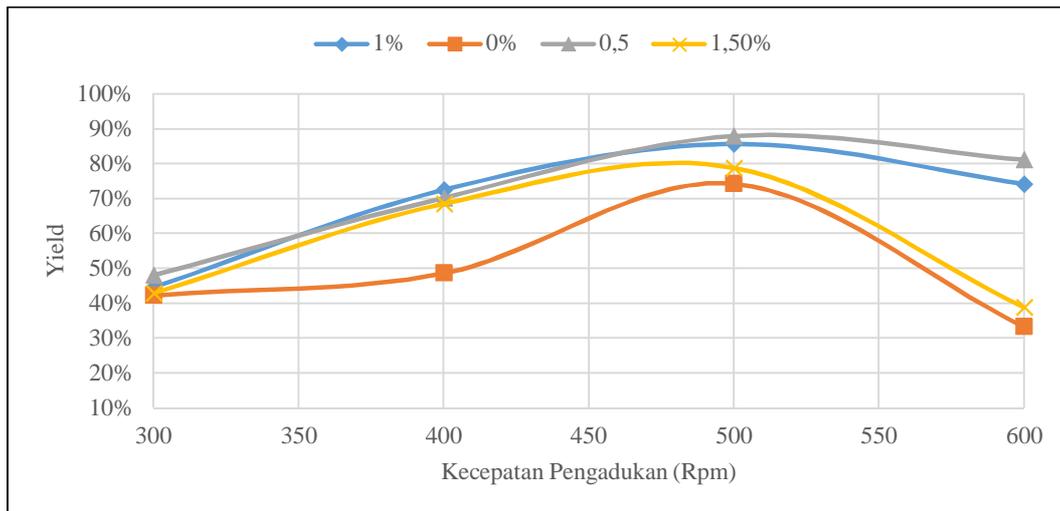
### 3.2 Analisa Pengaruh Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Proses Perengkahan

Dari produk yang dihasilkan, ditentukan nilai yield (%), komposisi produk dan konversi

dari hasil perengkahan PFAD. Berikut pembahasan pengaruh konsentrasi logam dan kecepatan pengadukan terhadap proses perengkahan PFAD.

#### 3.2.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Yield (%) Produk

Perengkahan PFAD dilakukan pada kecepatan pengadukan 300, 400, 500 dan 600 rpm dengan variasi konsentrasi logam (Fe) 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% wt. PFAD sebanyak 150gr (175 ml) direngkah selama 3 jam dengan laju alir gas N<sub>2</sub> 150 ml/menit. Pengaruh kecepatan pengadukan dan konsentrasi logam terhadap yield (%) dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Pengaruh Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield* (%)

Gambar 3 menunjukkan bahwa pengembunan logam pada katalis Fe/Zeolit meningkatkan *yield* produk yang dihasilkan. Hal ini membuktikan bahwa pengembunan Fe pada katalis dapat meningkatkan aktivitas zeolit aktif. *Yield biofuel* meningkat pada konsentrasi 0,5% namun mengalami penurunan *yield* pada konsentrasi 1% dan 1,5%.

Penurunan *yield biofuel* ini terjadi karena pada penambahan konsentrasi 1% dan 1,5% logam Fe yang diembankan pada zeolit diperkirakan melebihi dan menutupi permukaan serta pori-pori zeolit. Trisunaryanti dkk (2005) mengatakan dalam jumlah yang sedikit logam aktif dapat terdispersi dalam zeolit secara merata, namun jika jumlahnya sangat banyak logam ini akan dapat membentuk agregat/gumpalan yang dapat menutupi situs aktif dan menutupi pori-pori zeolit.

Kecepatan pengadukan berpengaruh pada homogenisasi campuran PFAD dan katalis di dalam reaktor, semakin tinggi kecepatan pengadukkan akan menaikkan pergerakan molekul dan mempercepat terjadinya tumbukan (Manurung, 2006). Pada Gambar 3 *yield biofuel* meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan dari 300 hingga 500 rpm. Namun pada kecepatan pengadukan 600 rpm

*yield biofuel* menurun, hal ini disebabkan pada kecepatan pengadukan 600 rpm mulai terjadi vortex di dalam reaktor. Vortex merupakan kondisi cairan di dalam reaktor yang membentuk cekungan permukaan media pada bagian tengah tangki yang disebabkan oleh adanya gaya tangensial yang menyebabkan aliran pada reaktor menjadi bersifat horizontal, sehingga homogenisasi yang diharapkan tidak terjadi (Riza, 2011).

### 3.2.2 Pengaruh Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan terhadap Fraksi Total *Biofuel*

Untuk mengetahui komposisi kimia produk, dilakukan analisa GC-MS pada produk perengkahan PFAD. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada dua produk dengan *yield* tertinggi untuk setiap konsentrasi logam, yaitu produk pada kecepatan pengadukan 500 dan 600 rpm. Hasil analisa GC-MS menunjukkan besarnya fraksi *biofuel* berupa *gasoline*, *kerosin* dan *diesel* yang terkandung di dalam produk perengkahan PFAD. Hasil analisa GC-MS *biofuel* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil Analisa GC-MS Produk *Biofuel* Perengkahan PFAD

Produk <i>Biofuel</i>	Kecepatan Pengadukan (rpm)							
	500				600			
	Konsentrasi Logam (%)							
	0,0%	0,5%	1,0%	1,5%	0,0%	0,5%	1,0%	1,5%
Gasolin (%)	10,11	9,76	11,59	8,67	11,08	10,51	9,74	12,16
Kerosin dan Disel (%)	52,66	57,06	49,18	53,49	51,11	57,42	57,14	50,63
Total (%)	62,77	66,82	60,77	62,16	62,19	67,93	66,88	62,79
Selektifitas <i>Biofuel</i>	1,69	2,01	1,55	1,64	1,65	2,12	2,02	1,69

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengembanan logam Fe sebesar 0,5% sebagai sisi aktif katalis meningkatkan fraksi total *biofuel* namun turun pada konsentrasi logam Fe 1% dan 1,5%. Meningkatnya fraksi total *biofuel* pada konsentrasi logam 0,5% membuktikan bahwa pengembanan logam Fe terhadap zeolit aktif mampu meningkatkan selektivitas katalis. Sedangkan turunnya fraksi total *biofuel* pada konsentrasi logam Fe 1% dan 1,5% dapat disebabkan oleh katalis Fe yang menutupi permukaan dan pori-pori zeolit yang merupakan sisi aktif zeolit (Trisunaryanti dkk, 2005).

Tabel 3 juga menunjukkan kecenderungan fraksi total *biofuel* meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan. Hal ini disebabkan karena pengadukan berpengaruh dalam meningkatkan homogenisasi katalis di dalam rektor (Annisa, 2012).

#### 4. Kesimpulan

1. *Yield* (%) produk perengkahan PFAD tertinggi didapatkan sebesar 88% dengan komposisi logam pengembanan katalis sebesar 0,5% dan kecepatan pengadukan sebesar 500 rpm.
2. Komposisi kimia Produk *biofuel* dengan *yield* (%) tertinggi yaitu 9,76% Gasolin, 57,06% Kerosin dan Disel.

#### 5. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk meneliti lebih lanjut tentang produk gas yang dihasilkan dari proses perengkahan PFAD menjadi *biofuel*. Produk gas hasil perengkahan PFAD ini diharapkan dapat digunakan sebagai

bahan bakar untuk sumber energi pada proses perengkahan itu sendiri.

#### 6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ida Zahrina, ST., MT dan Ibu Elvi Yenie, ST., M.Eng yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Annisa, A. 2012. Laju Reaksi. [Http://aezannisa.blogspot.com/2012/06/kimia.html](http://aezannisa.blogspot.com/2012/06/kimia.html), diakses pada 19 Maret 2013, Pkl 16.01.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Produksi Perkebunan Besar menurut Jenis Tanaman, Indonesia, 1995 - 2012. [Http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=54&notab=2](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=54&notab=2), diakses pada 9 April 2013, Pkl 14.33.
- Doman, L, E. (2011). World Energy Consumption. *International Energy Outlook 2011*. U.S. Energy Information Administration, Washington DC, 1-7.
- Hidayat. (2010). Industri Hilir Kelapa Sawit. *Industri Hilir Kelapa Sawit Indonesia*. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia: Jakarta, 13.
- Manurung, R. 2006. Transesterifikasi Minyak Nabati. *Jurnal Teknologi Proses ISSN 1412-7814, Universitas Sumatera Utara*.
- 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.

- Permana, A.D (Ed.), Sugiyono, A (E.d)., Boedoyo, M.S (E.d), & Oktaufik. M.A.M. (E.d). (2011). Minyak Bumi dan BBM. *Outlook Energi Indonesia Teknologi Energi untuk Mendukung Keamanan Pasokan Energi*, 4-4.
- Rifqi, K., Kardawati, S., Wahyuni, S. (2012). Preparasi, karakterisasi, dan uji aktivitas katalis ni-mo/zeolit alam Dalam proses catalytic cracking jelantah menjadi biogasoline. *Indonesian Journal of Chemical Science*, ISSN No.2252-6951, 43-49.
- Riza, T. 2011. Mixing. [Http://rizatoker.blogspot.com/2011/06/mixing.html](http://rizatoker.blogspot.com/2011/06/mixing.html), diakses pada 19 Maret 2013, Pkl 16.18.
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., & Sudiono, S. (2005). Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *TEKNOIN*, 10(4), 269-282.