

## **Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) Menghasilkan *Biofuel* Menggunakan Katalis FeMo/Zeolit**

**Fachrul\*, Ida Zahrina, Yelmida**

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis  
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
\*Email : ayoi\_eng@yahoo.co.id

### **ABSTRACT**

Technology development and rapid population growth led to a number of requirements both in the fields of energy and transportation. Increased fuel consumption but are not offset by the amount of inventory, that needs to be pursued to look for alternative fuels, one of them is biofuel. Catalytic cracking of PFAD with free fatty acid (as palmitic acid) is quite large and with the aid of FeMo/Zeolite catalyst is expected to produce biofuel. This research was conducted to study the effect of temperature variation and concentration of metal to yield (%) the products, to knowing the main component of biofuel and the best process operation from variation of temperature and concentration of Fe/Mo in catalytic cracking of PFAD. Highest product yield (%) obtained was 96% at temperature 400°C and 1,5 (% weight) concentration of Fe/Mo . The results of GC-MS analysis show highest biofuel yield obtained was 74,80% (Gasoline 11,31%, Kerosene and Diesel 63,49%) at temperature 400°C and 0,5 (% weight) concentration of metal.

Keyword : PFAD, biofuel, catalytic cracking, Fe/Mo

### **Pendahuluan**

Perkembangan teknologi dan pesatnya pertumbuhan penduduk menyebabkan meningkatnya jumlah kebutuhan energi baik dalam bidang industri maupun transportasi. Bensin (*gasoline*), minyak tanah (*kerosene*) dan minyak solar (*diesel oil*) merupakan bahan bakar fosil yang paling banyak digunakan di bidang transportasi, industri dan rumah tangga di Indonesia. Konsumsi bahan bakar semakin meningkat namun tidak diimbangi dengan jumlah persediaan, sehingga perlu diupayakan untuk mencari bahan

bakar alternatif. Sebagai salah satu bukti keseriusan pemerintah dalam mengembangkan bahan bakar alternatif (*biofuel*) adalah dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan Energi Nasional yang menargetkan penggunaan *biofuel* sebanyak 5% pada tahun 2025, meningkatkan peran batu bara, gas, panas bumi dan energi terbarukan lainnya [Mukhtasor, 2009].

Berbagai sumber energi yang dapat terbarukan (*renewable resources*) dan dapat diandalkan

berasal dari jenis minyak nabati (minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kedelai dan lainnya). Pemilihan minyak sawit sebagai sumber energi alternatif sangat tepat dilakukan di Indonesia yang merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Tahun 2010 produksi minyak sawit Indonesia mencapai 12 juta ton/tahun, sedangkan tahun 2011 produksi mencapai 22,5 hingga 22,8 juta ton/tahun. Ketersediaan minyak sawit yang cukup melimpah menjadikan minyak sawit sebagai salah satu bahan baku yang potensial untuk menghasilkan *biofuel*. Selain itu bahan bakar yang dihasilkan dari minyak sawit telah diteliti lebih ramah lingkungan.

Penelitian tentang pembuatan *biofuel* dari minyak nabati dengan proses perengkahan katalitik telah lama dikembangkan. Proses ini merupakan suatu cara untuk memecahkan rantai karbon yang panjang menjadi suatu molekul dengan rantai karbon yang lebih sederhana dengan bantuan katalis sebagai substansi mempercepat reaksi kimia, meningkatkan kualitas dan kuantitas produk [Widayat, 2005]. PFAD merupakan hasil samping dari industri pengolahan minyak sawit menjadi minyak goreng. Pemilihan PFAD sebagai bahan baku pembuatan *biofuel* sangat potensial disamping harga yang murah serta penggunaannya yang tidak bersaing dengan bahan untuk pangan seperti minyak sawit.

Pada proses perengkahan katalitik, katalis yang biasa digunakan yaitu zeolit alam.

Pengembangan logam transisi bertujuan untuk meningkatkan keasaman dan luas permukaan katalis. Nasikin dkk (2009) melakukan perengkahan dan reaksi hidrogenasi minyak sawit menjadi biogasolin menggunakan katalis NiMo/Zeolit. Selanjutnya Nurjanah dkk (2012) melakukan perengkahan minyak kelapa sawit menjadi *biofuel* menggunakan katalis Au/HZSM-5 dan komposisinya.

Pada penelitian ini proses perengkahan katalitik PFAD menjadi *biofuel* menggunakan katalis FeMo/Zeolit. Penambahan logam Fe dan Mo pada penyangga zeolit diharapkan dapat meningkatkan aktivitas dan selektivitas katalis dalam menghasilkan *biofuel*.

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi temperatur dan konsentrasi logam Fe dan Mo terhadap *yield* (%) produk yang dihasilkan, mengetahui komponen utama penyusun *biofuel* dan kondisi proses terbaik dari variasi temperatur dan konsentrasi logam Fe dan Mo dalam proses perengkahan katalitik PFAD.

## **Metode Penelitian**

### **Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku untuk produksi *biofuel* menggunakan PFAD yang diberikan perlakuan awal berupa pemanasan pada suhu 60-70 °C.

### **Preparasi Katalis FeMo/Zeolit**

Zeolit alam digerus dan diayak untuk mendapatkan zeolit dengan

ukuran 100-200 *mesh*. Zeolit alam kemudian diaktivasi secara fisika dan kimia untuk menghilangkan pengotor dan meningkatkan rasio Si/Al. Aktivasi fisika dilakukan dengan pemanasan pada temperatur 300°C selama 3 jam, dilanjutkan dengan aktivasi kimia menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 N selama 30 menit sambil diaduk sambil diaduk Widiyanti [2006]. Selanjutnya dicuci hingga pH netral dan dikeringkan pada temperatur 120°C selama 3 jam.

Tahapan preparasi selanjutnya yaitu impregnasi logam Fe dan Mo pada penyangga zeolit yang telah diaktivasi. Sumber logam Fe diperoleh dari senyawa (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O dan logam Mo dari senyawa (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O. Impregnasi logam Fe dan Mo dilakukan dengan variasi konsentrasi 0; 0,5; 1 dan 1,5%. Proses impregnasi logam mengacu pada penelitian Subagjo dkk (2010). Impregnasi logam Molibdenum (Mo) dengan konsentrasi logam 0,5% (0,005 gram) menggunakan 0,064 gram (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·4H<sub>2</sub>O dilarutkan dalam 75 ml aquadest pada reaktor alas datar, ditambahkan zeolit alam aktif sebanyak 1,99 gram, direfluks sambil diaduk selama 3 jam pada temperatur 110°C. Padatan yang diperoleh dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 120°C selama 2 jam.

Proses impregnasi logam besi (Fe) pada zeolit yang telah diimpregnasi Mo sebanyak 0,005 gram menggunakan senyawa (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O sebanyak 0,035 gram dengan prosedur yang sama pada impregnasi logam Mo.

Padatan yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam *tube* kemudian dikalsinasi menggunakan *tube furnace* dengan aliran gas N<sub>2</sub> (400 ml/menit) pada temperatur 400°C selama 4 jam, dilanjutkan tahap oksidasi dengan gas O<sub>2</sub> (400 ml/menit) pada temperatur 400°C selama 2 jam dan direduksi dengan gas H<sub>2</sub> (400 ml/menit) pada temperatur 400°C selama 2 jam. Padatan yang diperoleh berupa FeMo/zeolit yang selanjutnya dianalisa menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

### **Perengkahan PFAD**

Perengkahan PFAD berlangsung secara *batch* dalam reaktor tangki berpengaduk. Rasio berat katalis per berat PFAD adalah 1:75. Rasio ini adalah hasil optimum dari penelitian Nasikin dkk, (2006). Reaksi dilakukan pada temperatur 360, 380, 400, 420°C dengan konsentrasi logam FeMo divariasikan 0; 1,5; 1 dan 1,5% serta laju alir gas N<sub>2</sub> sebesar 150 ml/menit. Untuk mengetahui komponen kimia yang terdapat pada produk *biofuel*, maka perlu dilakukan analisa menggunakan GC-MS (*Gas Cromatografi Mass Spectra*).

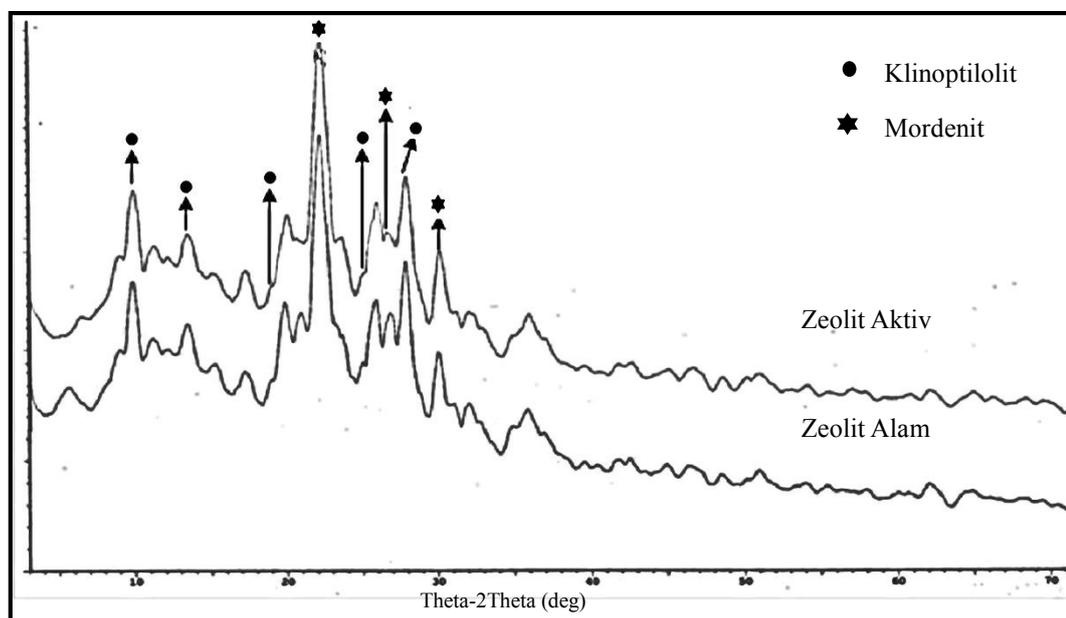
### **Hasil dan Pembahasan**

#### **Hasil Analisa Katalis FeMo/Zeilolit**

Karakterisasi struktur zeolit dilakukan menggunakan XRD untuk mengetahui komposisi utama mineral zeolit. Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh daerah 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  $2\theta$  nya dengan data *Joint Committee for Powder Diffraction Standard* (JCPDS) atau hasil penelitian lain yang dilakukan sehingga diketahui jenis mineral yang terdapat di dalam

sampel. Hasil analisa XRD katalis FeMo/Zeolit 0,5% menunjukkan zeolit yang digunakan termasuk ke dalam jenis zeolit klinoptilolit dan mordenit. Berdasarkan kecocokan nilai  $2\theta$  dengan data JCPDS, puncak dengan intensitas paling tinggi yaitu pada  $2\theta$   $22,1^\circ$  menunjukkan keberadaan mineral klinoptilolit.



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

Identifikasi puncak-puncak ini dicocokkan dari data JCPDS 6-239 dan dari penelitian Marita (2010),

data identifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Perbandingan Nilai 2 $\theta$  Hasil Penelitian dengan Standar

Komponen	20 Katalis	20 Standar	
Mordenit	9,8	9,84	JCPDS 6-239
	13,42	13,43	
	19,7	19,60	
	25,5	25,61	
	27,7	27,65	
Klinoptilolit	22,3	22,31	Marita (2010)
	26,5	26,60	
	30	30,17	JCPDS-ICCD

Aktivitas dan selektivitas zeolit alam aktif dapat ditingkatkan dengan mengembankan logam pada permukaan zeolit. Menurut Trisunaryanti (1991), logam-logam transisi seperti logam Cr, Pt, Ni, Pd, dan Mo telah diteliti sebagai logam yang diembankan pada zeolit alam dengan hasil yang baik.

Logam yang diimpregnasikan untuk meningkatkan kinerja zeolit alam aktif pada penelitian ini adalah Besi (Fe) dan Molibdenum (Mo). Analisa XRD dilakukan pada katalis untuk dapat mengidentifikasi keberadaan logam Besi dan Molibdenum pada katalis. Puncak-puncak 2 $\theta$  yang terbentuk pada difraktogram dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Nilai 2 $\theta$  Zeolit Impregnasi Logam Fe/Mo dengan Standar

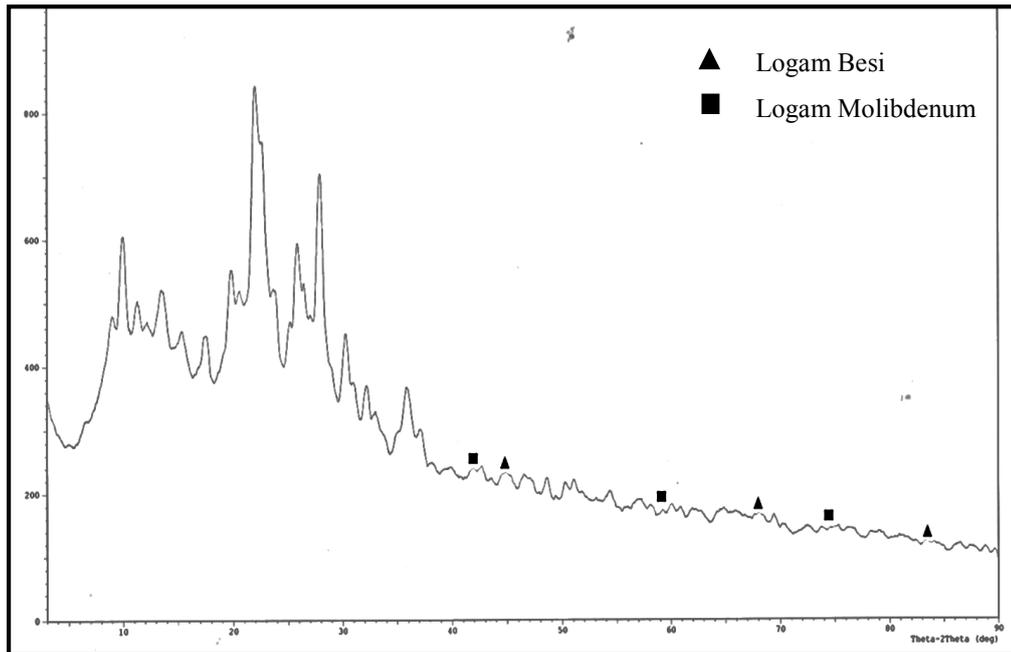
Komponen	20 Penelitian	20 Standar	Sumber
Besi	44,7	44,8	JCPDS No. 06-0696
	68,0	68,0	
	83,4	83,5	
Molibdenum	41,1	41,0	US Research Nanomaterial Stock US1112
	59,0	58,9	
	73,8	74,0	

Hasil analisa XRD menunjukkan keberadaan logam Besi dan Molibdenum yang diembankan pada zeolit. Identifikasi puncak-

puncak ini dicocokkan dari data JCPDS No. 06-0696 dan peneliti sebelumnya seperti terlihat pada Tabel 2 di atas. Hasil analisa XRD

memperlihatkan intensitas zeolit aktif tidak jauh berbeda dengan intensitas zeolit setelah dilakukan impregnasi logam Fe/Mo.

Pada zeolit yang diimpregnasikan logam Fe/Mo hanya sedikit perubahan intensitas dibandingkan zeolit aktif. Ini dimungkinkan sedikitnya jumlah logam Fe/Mo yang terimpregnasi pada penyangga zeolit.

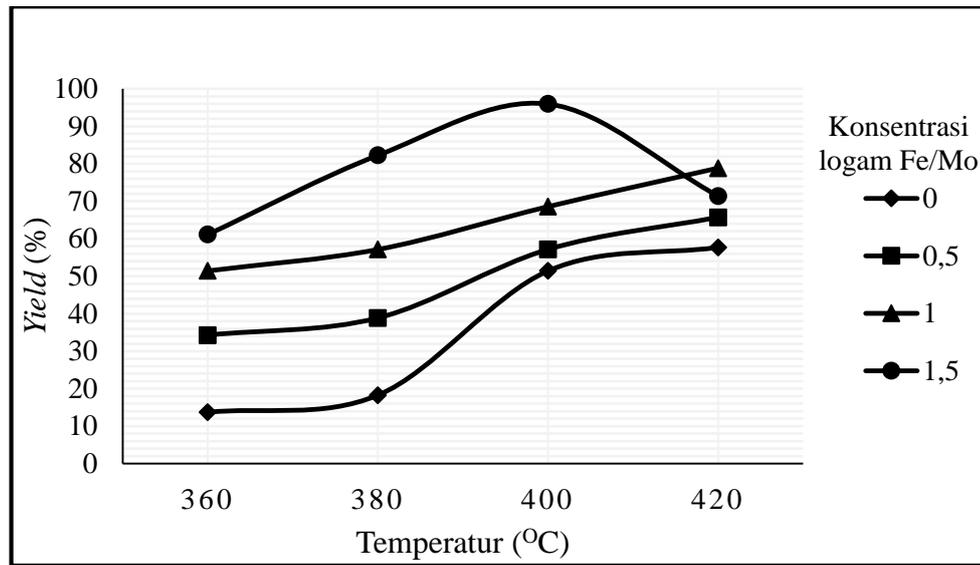


**Gambar 2** Hasil Difraktogram Sinar X FeMo/Zeolit

### Hasil Analisa Produk

Proses perengkahan katalitik PFAD berlangsung pada temperatur 360, 380, 400 dan 420 °C dengan variasi konsentrasi logam (FeMo) 0;

0,5; 1 dan 1,5 (% berat). Proses perengkahan berlangsung selama 3 jam dengan laju alir gas N<sub>2</sub> 150 ml/menit. Pengaruh temperatur dan konsentrasi logam terhadap *yield* (%) produk dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 3** Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Logam Terhadap *Yield* (%) Produk Perengkahan Katalitik PFAD

Dapat dilihat pada Gambar 2 temperatur berpengaruh terhadap *yield* (%) *biofuel* yang dihasilkan, semakin tinggi suhu maka *yield* (%) produk yang dihasilkan cenderung meningkat. Ini dikarenakan dengan semakin meningkatnya temperatur maka akan mempercepat reaksi sehingga *yield* (%) produk semakin meningkat. Meningkatnya energi kinetik partikel pereaksi akan memperbanyak tumbukan yang terjadi antar partikel pereaksi sehingga reaksi berlangsung lebih cepat [Lestari, 2011].

Penambahan logam transisi pada pengemban zeolit dapat meningkatkan *yield* (%) produk yang diinginkan. Penambahan logam bimetal dapat meningkatkan aktivitas katalis dalam proses perengkahan katalitik. Keberadaan logam transisi akan mempengaruhi jumlah sisi aktif dalam proses katalitik. Semakin besar jumlah sisi aktif, maka akan

meningkatkan luas permukaan. Luas permukaan yang semakin besar akan meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan karena daerah kontak antara reaktan dan katalis yang semakin besar [Abimanyu, 2011]. *Yield* (%) produk perengkahan tertinggi diperoleh sebesar 96% pada temperatur 400°C dan konsentrasil logam 1,5% berat. Analisa GC-MS dilakukan pada produk dengan *yield* (%) tertinggi untuk mengetahui komposisi kimia yang terdapat di dalam produk. Komponen utama *biofuel* yaitu fraksi alkana. Persentase *biofuel* tertinggi sebesar 74,80% (*Gasoline* 11,31%, *kerosene* dan *diesel* 63,49%) pada temperatur dan konsentrasi katalis masing-masing yaitu 400°C dan 0,5% berat.

### Kesimpulan

*Biofuel* dapat dihasilkan dari proses perengkahan katalitik PFAD. Logam pengemban dapat

meningkatkan aktivitas dari katalis zeolit. *Yield* (%) produk perengkahan katalitik PFAD yang tertinggi didapatkan sebesar 96% dengan konsentrasi logam pengemban sebesar 1,5% berat pada suhu reaksi 400°C. Penambahan logam bimetal meningkatkan selektivitas katalis zeolit dalam proses perengkahan katalitik. Persentase *biofuel* tertinggi yaitu sebesar 74,80% (*Gasoline* 11,31%, *kerosene* dan diesel 63,49%) pada temperatur 400°C dan konsentrasi logam Fe/Mo 0,5% berat. Komponen utama penyusun *biofuel* yaitu *Gasoline*, *Kerosene* dan *Diesel*.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ida Zahrina dan Ibu Yelinda 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

Abimanyu, T. 2011. Pengaruh Variasi Suhu Kalsinasi Pada Karakter Zeolit Dan Pengaruh

Massa Zeolit-Ni Dalam Reaktor Terhadap Uji Aktivitas Zeolit-Ni Sebagai Katalis Pada Konversi Metanol Menjadi Hidrokarbon. Skripsi Sarjana. Universitas Negeri Malang.

- Lestari, H. D., 2011, Sintesis Katalis Ni/Mo untuk Hydrotreating Coker Nafta, Tesis, Institut Teknologi Bandung
- Marita, E. 2010. Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses *Catalytic Cracking* Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair. Skripsi Sarjana. Universitas Riau.
- Mukhtasor, 2009, Peran Dewan Energi Nasional Dalam Memecahkan Persoalan Krisis Energi di Indonesia, *Renewable energy & Sustainable development in Indonesia*, Seminar, Workshop, dan Pameran Teknologi Industri, ITS.
- Nasikin, M., Wahid, A., & Iswara, G. (2006). Perengkahan katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasolin. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*, Palembang.
- Nurjannah, Danawati, Tillotama A.S., 2012, Produksi *Biofuel* dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Au/HZSM-5 dan Kompositnya, *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 142-146, ISSN: 2301-9271.
- Setyawan, D. dan P. Handoko (2001), Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam.

- Widayat. 2005, Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan Dasar Crude Palm Oil, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- 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.