

Perengkahan PFAD (*Palm Fatty Acid Destillate*) untuk menghasilkan *Biofuel* menggunakan Katalis Ni-Mo/Zeolit

Rudi Setiawan¹, Ida Zahrina², Elvi Yenie²

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

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹rudisetiawan.unri@yahoo.com

ABSTRACT

Petroleum reserves are depleted in Indonesia along with increased fuel requirements, demanding Indonesian society to harness alternative energy, one of which is biofuel. In this study, biofuels produced from cracking fatty acids contained in Destillate Palm Fatty Acid (PFAD). PFAD converted into biofuels via catalytic cracking process using a catalyst Ni.Mo / Zeolite with reaction temperature 380 oC in a stirred batch reactor. Metal concentrations in the zeolite was varied at 0%, 0.5%, 1% and 1.5% and the variation of the reaction stirring 300 rpm, 400 rpm, 500 rpm and 600 rpm. Cracking process using nitrogen gas with a flow rate of 150 ml / min. Yield (%) of the product obtained at the maximum stirring speed of 500 rpm with a metal concentration of 1%, amounting to 71.43% or 125 ml with 31.53% biofuel conversion. The composition of biofuels on cracking products was 8.8% and 35% Gasoline Kerosene and Diesel.

Key Words: Biofuel, Catalytic Cracking, Ni.Mo/Zeolite, PFAD

1 Pendahuluan

Kebutuhan energi Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, yang berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi. Tahun 2010, konsumsi BBM Indonesia mencapai 419,1 juta barel dengan produksi 235,5 juta barel dan pada tahun 2011, konsumsi BBM sebesar 435,8 juta barel dengan produksi 247,3 juta barel. Sehingga dapat diketahui bahwa konsumsi BBM Indonesia hampir dua kali lebih besar dari produksinya.

Pada tahun 2011, Indonesia memiliki 10 kilang minyak dengan total kapasitas 1,16 juta barel per hari. Kapasitas kilang ini masih berada dibawah kebutuhan minyak Indonesia yang mencapai 1,4 juta barel per hari (Bambang, 2011). Berdasarkan data tersebut, perlu dilakukan upaya untuk memenuhi kebutuhan BBM Indonesia, salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada

kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi.

Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah bahan bakar nabati (BBN), yang merupakan energi alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Instruksi Presiden No. I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan bakar lain, merupakan suatu instruksi yang menegaskan pentingnya pengembangan BBN (Sugiono, 2005). *Biofuel* cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kandungan fraksi gasoline 59.75%, fraksi kerosin 27.26% dan fraksi diesel 6.76%. Variasi temperatur dan waktu reaksi akan mempengaruhi %*yield* yang dihasilkan (Nurjannah, 2010). Mengacu pada Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dan Instruksi Presiden No. I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati, maka produksi bahan bakar nabati (*Biofuel*) berbahan

baku *Palm Fatty Acid Destillate* (PFAD) sangat tepat dilakukan di Indonesia.

Indonesia merupakan produsen *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia dengan total produksi CPO Indonesia pada tahun 2011 adalah 23,5 juta ton. Total produksi bertumbuh 7,3% dibandingkan dengan produksi pada tahun 2010 sebesar 21,9 juta ton. Perkiraan pertumbuhan CPO Indonesia di tahun 2012 akan meningkat 6,4% (Gede, 2012). Secara keseluruhan, proses penyulingan minyak sawit dapat menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5% PFAD dan 0.5% buangan (Anonim, 2007). Sehingga dalam 23,5 juta ton CPO, akan menghasilkan PFAD sebesar 1,175 juta ton.

2 Metodologi

Penelitian ini melalui beberapa tahapan.

a. Pembuatan Katalis

Tahap pertama pembuatan katalis adalah pengecilan ukuran katalis zeolit dengan cara digerus dengan lumpang porcelain, kemudian diayak dengan ukuran ayakan -100+200 mesh dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh (Indra, 2010).

Selanjutnya dilakukan aktivasi zeolit dengan cara memanaskan zeolit alam dalam *furnace* pada suhu 300 °C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Selanjutnya zeolit hasil pemanasan direndam menggunakan larutan H₂SO₄ 0,2 N pada suhu ruangan dan diaduk dengan motor pengaduk selama 30 menit pada gelas piala volume 1 liter. Zeolit hasil perendaman disaring dan dicuci berulang kali hingga pH filtrat sama dengan pH aquades (Las, dkk., 2011), kemudian *cake* dikeringkan pada suhu 120 °C selama 3 jam dalam oven (Indra, 2010). Setelah 3 jam, katalis didinginkan kembali di dalam desikator (Las dkk., 2011).

Tahap berikutnya dilakukan pengembunan (impregnasi) logam Mo dengan cara sampel zeolit yang telah diaktifasi dilarutkan dalam 500 ml (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O dan direfluks pada suhu 90 °C selama 6 jam sambil diaduk pada reaktor alas datar ukuran 1 L, kemudian disaring dan dicuci. *Cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu

120 °C selama 3 jam (diperoleh sampel Mo/zeolit). Sampel tersebut kemudian direfluks kembali dengan larutan Ni(NO₃)₂.9H₂O pada suhu 90 °C dengan waktu yang sama, kemudian disaring dan dicuci. Sampel ini dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam sehingga didapat sampel Ni.Mo/Zeolit (Indra, 2010). Pengembunan logam divariasikan sebesar 0,5%, 1% dan 1,5% b/b terhadap berat katalis.

Setelah itu dilakukan kalsinasi, oksidasi dan reduksi dengan cara sampel katalis dimasukkan ke dalam *tube* yang telah diisi dengan *porcelain bed* sebagai *heat carrier* dan penyeimbang unggun katalis. Diantara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll*. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 6 jam dan dialiri gas nitrogen dengan laju alir volume ± 400 ml/menit, dilanjutkan dengan oksidasi pada suhu 400 °C 2 jam dan reduksi pada suhu 400 °C menggunakan gas hidrogen selama 2 jam, dengan laju alir volume gas oksigen dan hidrogen sebesar ± 400 ml/menit (Indra, 2010).

Sampel katalis Ni.Mo/Zeolit dianalisa kadar Si dan Al menggunakan metoda gravimetri. Karakterisasi katalis dilakukan dengan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengidentifikasi fasa bulk katalis dan menentukan %kristalinitas dari katalis (Indra, 2010).

b. Perengkahan PFAD

PFAD sebanyak 150 gr dimasukkan ke dalam reaktor perengkahan yang sebelumnya telah diisi dengan katalis Ni.Mo/Zeolit sebanyak 2 gr. Reaksi perengkahan dilakukan selama 120 menit dengan temperatur reaksi 320 °C. Bahan diaduk menggunakan pengaduk listrik dengan variasi pengadukan sebesar 100 rpm, 200 rpm, 300 rpm, dan 400 rpm, serta dialiri gas nitrogen 150 ml/menit untuk menghindari keterlibatan oksigen dalam reaksi. Produk keluar dari reaktor dalam bentuk gas, yang kemudian akan dikondensasi untuk merubahnya menjadi fase cair dan ditampung dalam *erlenmeyer*.

3 Hasil Analisa Katalis

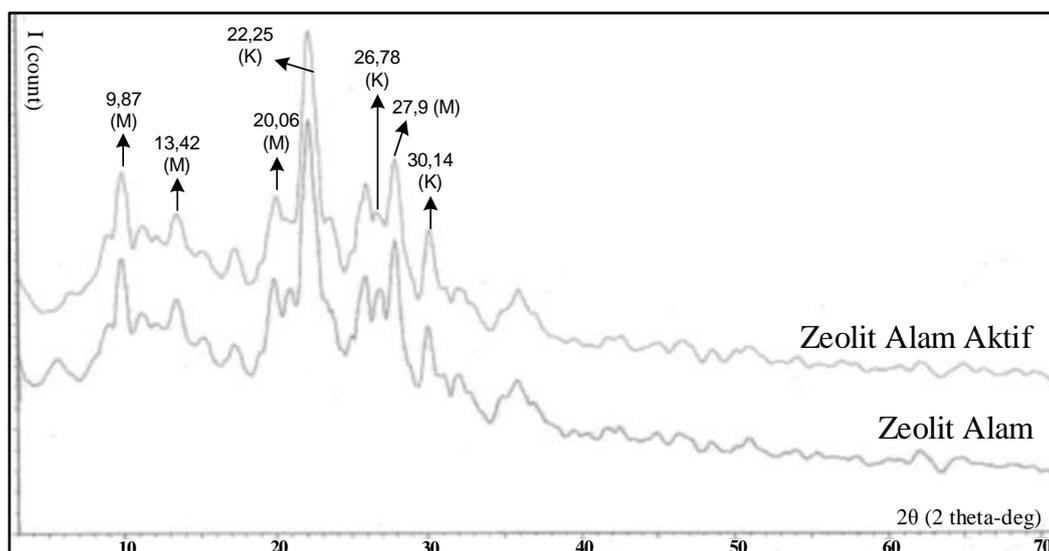
Analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui jenis mineral yang terdapat pada katalis serta untuk mengetahui tingkat kristalinitas struktur komponen penyusun katalis. Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ), sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi mineral dari hasil analisis difraksi sinar X

dicocokkan nilai 2θ nya dengan data JCPDS (*Joint Committee for Powder Diffraction Standards*). Data nilai 2θ dari puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit dapat dilihat pada Tabel 1.

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.

Tabel 1. Puncak-Puncak Mineral Utama Zeolit

Komponen	2θ Standar	2θ Intensitas			
		Zeolit Alam	Zeolit Aktif	Zeolit Alam	Zeolit Aktif
<i>Mordenit</i> (JCPDS 6-239)	9,85	9,86	9,87	186	202
	13,43	13,38	13,42	116	124
	19,6	20,96	20,06	137	152
	25,61	25,92	25,96	171	188
	27,65	27,8	27,9	239	235
<i>Klinoptilolit</i> (Marita, 2010)	22,31	22,21	22,25	410	421
	26,6	26,82	26,78	155	141
	29,96	30,05	30,14	114	133



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

Pada Gambar 1 dapat dilihat adanya puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit pada zeolit alam yang digunakan. Puncak mineral klinoptilolit (K) zeolit alam

aktif terlihat pada 22,25°; 26,78°; dan 30,14°. Sementara itu, puncak mineral mordenit (M) terlihat pada 9,86°; 13,42°; 20,06°; 25,96° dan 27,9°. Difraktogram sinar X Zeolit Alam

dengan Zeolit Alam Aktif ini membuktikan bahwa zeolit yang digunakan mengandung mineral-mineral utama zeolit.

Difraktogram sinar X zeolit alam aktif menunjukkan adanya perubahan nilai 2θ pada puncak-puncak mineral utama zeolit yang membuktikan bahwa aktivasi zeolit meningkatkan kemurnian mineral-mineral utama dari zeolit alam. Pada difraktogram dapat dilihat pula adanya beberapa puncak 2θ zeolit alam yang menghilang. Puncak-puncak

2θ yang hilang ini diperkirakan merupakan senyawa-senyawa pengotor yang terdapat pada zeolit alam.

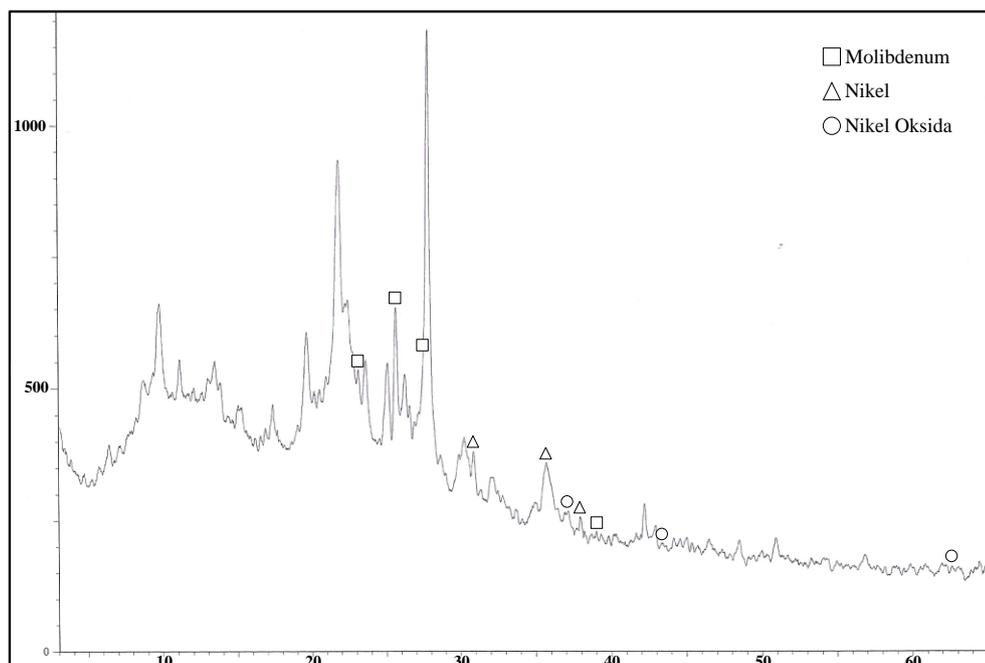
Analisa XRD juga dilakukan pada katalis untuk dapat mengidentifikasi keberadaan logam nikel dan molibdenum pada katalis. Puncak-puncak 2θ yang terbentuk pada difraktogram katalis dicocokkan dengan data standar JCPDS logam nikel dan molibdenum. Data standar JCPDS logam nikel dan molibdenum dapat dilihat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

Tabel 2 Data Standar JCPDS Logam Nikel dan Molibdenum

Komponen	2θ Standar	2θ Katalis	Intensitas	Sumber
Nikel	31,02	30,83	62	JCPDS No. 65-0380
	35,84	35,70	77	
	37,80	37,93	29	
Nikel Oksida	37,10	37,12	22	JCPDS No. 89-7130
	43,10	43,15	15	
	62,59	62,63	22	
Molibdenum	23,30	23,14	78	JCPDS-ICCD No. 35-0609
	25,70	25,62	182	
	27,30	27,46	120	
	39,00	39,00	15	

Puncak-puncak 2θ logam nikel dan molibdenum pada Tabel 2 dicocokkan dengan difraktogram katalis. Hasil difraksi sinar X

katalis Ni.Mo/Zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.

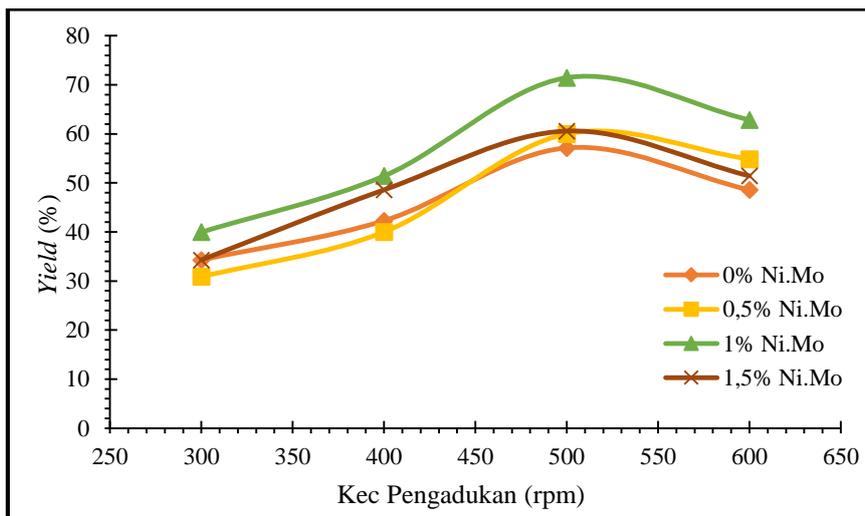


Gambar 2 Difraktogram Katalis Ni.Mo/Zeolit

4 Hasil Analisa Produk

Perengkahan PFAD dilakukan pada suhu 380 °C dengan variasi konsentrasi logam Ni-Mo 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% w/t dengan kecepatan pengadukan 300, 400, 500 dan 600 rpm. PFAD yang direngkah sebanyak 150 gr (175 ml). Proses perengkahan berlangsung selama 3 jam dengan laju alir gas N₂ 150 ml/menit. Pengaruh konsentrasi logam dan

kecepatan pengadukan terhadap *yield* (%) dapat dilihat pada Gambar 4.6. melalui analisa *Gas Chromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS). Pada penelitian ini, analisa GC-MS dilakukan pada bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Dari hasil analisa GC-MS, dapat dihitung nilai konversi dari *biofuel*.



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

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi logam, produk yang dihasilkan akan semakin banyak. Peningkatan *yield* (%) produk terjadi karena pada katalis Ni.Mo/Zeolit, yang berperan sebagai katalis dalam proses perengkahan untuk menghasilkan *biofuel* adalah logam nikel dan zeolit. Sistem katalis seperti ini disebut katalis *bifunctional*, yang melibatkan logam dan pengembannya sebagai katalis (Trisunaryanti, dkk, 2005). Sistem katalis *bifunctional* ini yang menyebabkan pengembanan logam dapat meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan.

Pengadukan mempengaruhi homogenisasi campuran PFAD dan katalis di dalam reaktor, semakin tinggi kecepatan pengadukan akan meningkatkan pergerakan molekul dan mempercepat terjadinya tumbukan (Manurung, 2006). Pada Gambar 3, *yield* (%) produk meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan pengadukan dari 300 hingga 500 rpm, namun *yield* (%) produk menurun pada kecepatan pengadukan 600

rpm. Penurunan *yield* (%) produk 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 bersifat horizontal, sehingga homogenisasi tidak terjadi (Riza, 2011). *Yield* tertinggi didapat pada kecepatan pengadukan 500 rpm dan konsentrasi logam 1%, yaitu sebesar 125 ml.

Jenis dan komposisi senyawa yang menyusun produk dapat diketahui melalui analisa *Gas Chromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS). Pada penelitian ini, analisa GC-MS dilakukan pada produk dengan *yield* tertinggi, yaitu produk reaksi pada kecepatan pengadukan 500 rpm dengan konsentrasi logam 1%. Dari hasil analisa, dapat diketahui bahwa fraksi total *biofuel* yang terkandung dalam produk adalah sebesar 0,44,

dengan fraksi senyawa *gasoline* sebesar 0,088 dan 0,35 *kerosine* dan *diesel*.

Konversi PFAD menjadi *biofuel* dapat dari hasil analisa GC-MS. Konversi PFAD ditentukan dengan membandingkan volume *biofuel* dengan volume PFAD yang digunakan. Volume *biofuel* didapat dari pengalihan antara fraksi total *biofuel* dengan volume produk yang dihasilkan. Volume *biofuel* yang didapat adalah sebesar 55,18 ml. Sehingga diperoleh konversi PFAD menjadi *biofuel* sebesar 31,53%.

5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan PFAD menjadi *biofuel* menggunakan katalis Ni.Mo/Zeolit dengan variasi kecepatan pengedukan dan kadar logam, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Yield* produk perengkahan PFAD yang tertinggi didapatkan sebesar 125 ml (71,43 %) dengan komposisi logam pengemban katalis sebesar 1% dan kecepatan pengadukan 500 rpm.
2. Fraksi total *biofuel* pada produk dengan *yield* (%) tertinggi adalah sebesar 0,44 atau 55,18 ml, dengan fraksi senyawa *kerosine* sebesar 0,088 dan 0,35 *gasoline* dan *diesel*.
3. Nilai konversi PFAD menjadi *biofuel* adalah sebesar 31,53%.

6 Saran

Untuk perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan laju alir gas nitrogen agar mengurangi pembentukan fraksi aldehid dan keton. Melakukan reaksi perengkahan dalam fasa gas untuk mendapatkan nilai konversi yang lebih tinggi.

7 Ucapan Terimakasih

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

Daftar Pustaka

- Anonim, 2007, Gambaran Sekilas Industri Minyak Kelapa Sawit, *Departemen Perindustrian*, 18.
- Bambang, S.,Y., 2011, *Prioritas Pembangunan serta Kerangka Ekonomi Makro dan Pembiayaan Pembangunan*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta, 28-29.
- Gede, I., N., Y., dan Toelle, A., PJ., 2012, *Perusahaan Perkebunan Yang Modern, Efisien, Dan Menguntungkan*, PEFINDO, Jakarta, 2.
- Indra, Y. S., 2010, Pembuatan dan karekterisasi katalis Ni-Mo/NZA untuk proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Las, T., Florentinus F. dan Afit, H., 2011, Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal, *Jurnal Ilmiah Valensi*, 2(2), 368-378.
- Manurung, R. 2006. Transesterifikasi Minyak Nabati. *Jurnal Teknologi Proses ISSN 1412-7814*, Universitas Sumatera Utara.
- Marita, E., 2010, Sintesa dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses *Catalytic Cracking* Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *skripsi*, Universitas Riau.
- Nurjannah, Irmawati, Roesyadi, A., dan Danawati, 2010, Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan HZSM-5 Sintesis, *Disertasi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sugiono, A., 2005, Pemanfaatan Biofuel Dalam Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang, *Seminar Teknologi Untuk Negeri*.
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E. dan Sudiono, S., 2005, Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam, *TEKNOIN*, 10(4), 269-282.