

PERENKAHAN KATALITIK *PALM FATTY ACID DESTILLATE* (PFAD) UNTUK MENGHASILKAN *BIOFUEL* MENGGUNAKAN KATALIS Ni-Mo/ZEOLIT

Yogy Herstiawan¹, Ida Zahrina², Yelmida²

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

¹yogy_ku@yahoo.co.id

ABSTRACT

The use and utilization of biofuel became the main alternative to overcome the problem of dependence on fuel. Biofuel can be produced from the cracking of fatty acids, one of which is Palm Fatty Acid Destillate (PFAD). PFAD can be converted into biofuels through a catalytic cracking process using a catalyst Ni.Mo / Zeolite. Metal concentration was varied at 0%; 0,5%; 1%; and 1,5%; with the variation of the reaction temperature 360 °C, 380 °C, 400 °C and 420 °C. Cracking process using nitrogen gas with a flow rate of 150 ml/min. Maximum product yield obtained at temperature 420 °C with metal concentrations 1.5%, amounting to 127 ml with 56,66% biofuel conversion. Biofuel composition obtained Gasoline are 12,19% and 58,99% are Kerosene plus Diesel.

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

1 Pendahuluan

Dalam lima tahun terakhir (2006-2010), konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) bersubsidi di Indonesia mencapai 191,3 juta kl (2006: 37,4 juta kl; 2007: 38,6 juta kl; 2008: 39,2 juta kl; 2009: 37,7 juta kl; 2010: 38,4 juta kl). Dilihat dari jenis BBM bersubsidi, premium menyerap 60% (23,1 juta kl) dari total perkiraan realisasi BBM bersubsidi 2010 sebesar 38,4 juta kl. Apabila kita lihat dari pengguna BBM bersubsidi, maka sektor transportasi darat menggunakan 89% (32,5 juta kl), sedangkan rumah tangga 6%, perikanan 3%, usaha kecil 1%, dan transportasi air 1% (Anonim, 2011). Pemakaian bahan bakar semakin meningkat setiap tahunnya tanpa disertai upaya penyediaan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar yang berbasis minyak bumi. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah 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 atau *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 BBN, maka produksi BBN atau *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. Pertumbuhan CPO Indonesia di tahun 2012 diperkirakan akan meningkat 6,4% (Gede, 2012). Secara keseluruhan, proses penyulingan minyak sawit tersebut 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.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hasil yang maksimal dari operasi perengkahan PFAD menjadi *biofuel* menggunakan katalis Ni.Mo/Zeolit dengan variasi temperatur reaksi dan konsentrasi logam pengemban. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan senyawa yang terkandung dalam produk yang dihasilkan.

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). Zeolit kemudian diaktivasi fisika dengan dengan dipanaskan di dalam oven dengan suhu 300°C selama 3 jam, lalu didinginkan di dalam desikator. Selanjutnya dilakukan aktivasi kimia dengan merendam zeolit di dalam H₂SO₄ 0,2 N selama 30 menit dengan pengadukan, lalu disaring dan dicuci dengan aquadest hingga pH netral (Las, dkk., 2011).

Tahap berikutnya adalah pengembanan (impregnasi) logam molibdenum (Mo) dengan cara sampel zeolit yang telah diaktivasi dilarutkan dalam 100 ml (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, direfluks dan diaduk pada suhu 90 °C selama 6 jam pada reaktor alas datar ukuran 1 L,

penyusun katalis. Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ), sedangkan tingkat kristalinitas

kemudian sampel disaring dan dicuci. *Cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam (diperoleh sampel Mo/zeolit). Sampel tersebut kemudian direfluks dan diaduk kembali dengan larutan Ni(NO₃)₂.6H₂O pada suhu 90 °C selama 6 jam, kemudian disaring dan dicuci. Sampel ini dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam, dan didapat sampel Ni-Mo/Zeolit (Indra, 2010). Pengembanan logam divariasikan sebesar 0,5%, 1% dan 1,5% b/b terhadap sampel zeolit.

Katalis Ni.Mo/Zeolit 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. Ni.Mo/Zeolit ini selanjutnya digunakan sebagai katalis untuk proses perengkahan katalitik PFAD menjadi *biofuel*.

Zeolit alam, zeolit aktif dan katalis Ni.Mo/Zeolit selanjutnya dianalisa menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD).

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 variasi temperatur reaksi 280 °C, 300 °C, 320 °C, dan 340 °C. Bahan diaduk menggunakan pengaduk listrik dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan 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*. Produk yang terbentuk di analisa komponen kimianya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS).

3 Hasil Analisa Katalis

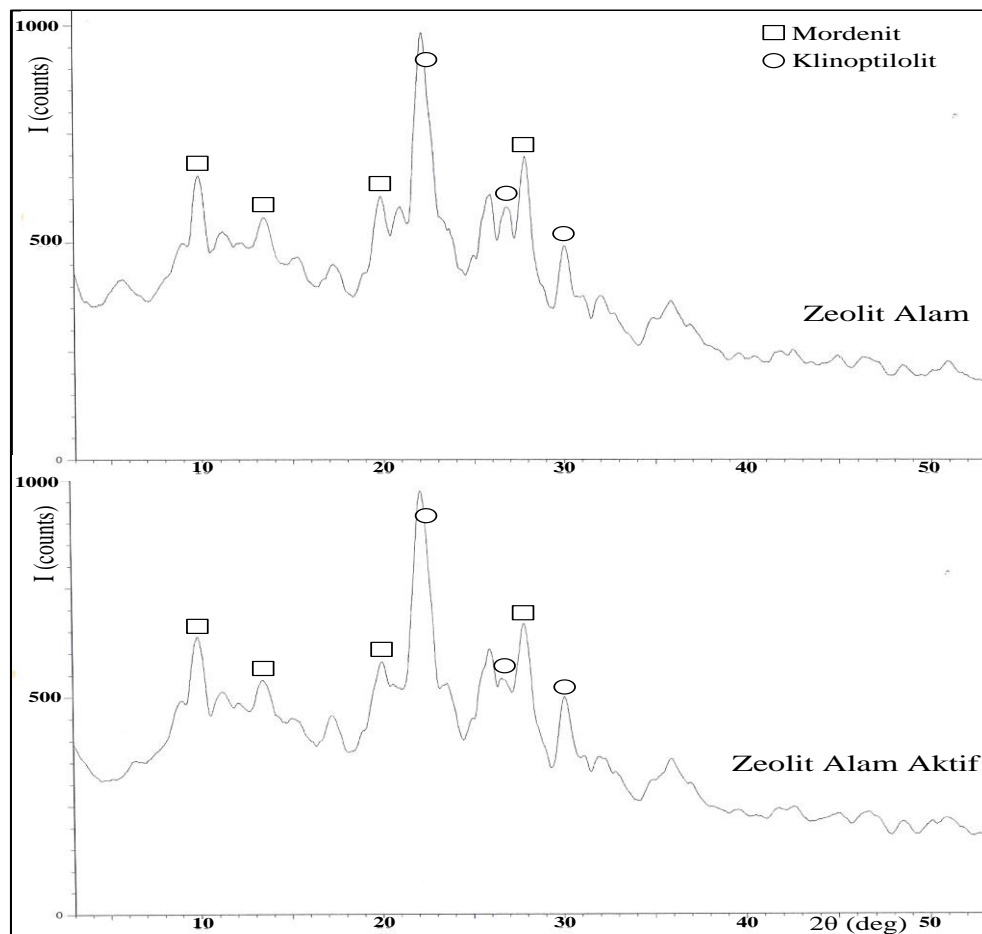
Analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengetahui jenis mineral yang terdapat pada katalis serta untuk mengetahui tingkat kristalinitas struktur komponen struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi mineral dari hasil analisis difraksi sinar X

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 4.1 terlihat adanya puncak-puncak mineral klinoptilolit dan mordenit pada zeolit alam. 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°. Hasil analisa XRD ini membuktikan bahwa zeolit alam yang digunakan mengandung mineral-mineral utama dari zeolit.

Hasil difraksi sinar X zeolit alam aktif menunjukkan adanya perubahan nilai 2θ pada puncak-puncak mineral utama zeolit serta adanya perubahan nilai intensitas puncak 2θ yang membuktikan bahwa proses aktivasi pada

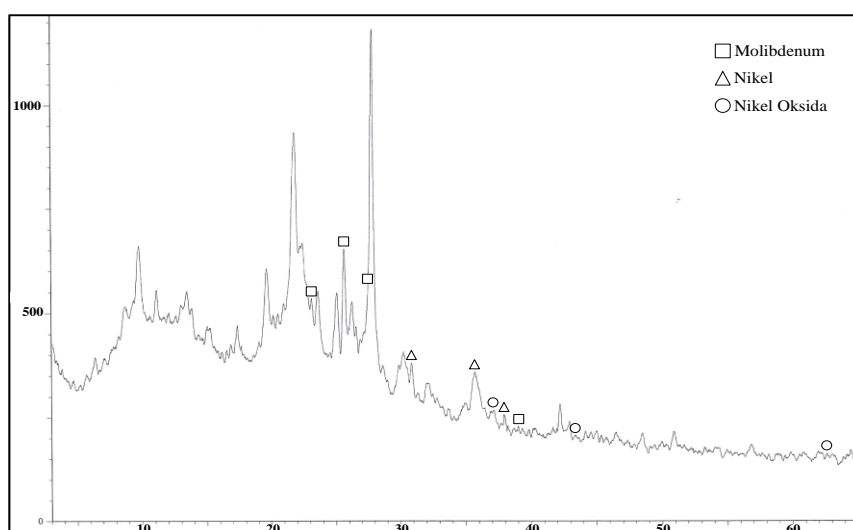
zeolit dapat meningkatkan kristalinitas dari zeolit alam. Dapat dilihat juga pada Gambar 1 bahwa ada beberapa puncak 2θ pada zeolit alam yang menghilang setelah dilakukan proses aktivasi. Puncak-puncak 2θ yang hilang ini diperkirakan merupakan senyawa-senyawa pengotor *nonframework* yang terdapat pada zeolit alam. Analisa XRD juga dilakukan pada katalis untuk 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. Analisa XRD dilakukan

pada katalis dengan konsentrasi logam 0,5%. Hasil difraksi sinar X katalis Ni.Mo/Zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Difraktogram Katalis Ni.Mo/Zeolit

Pada difraktogram katalis, terbentuk beberapa puncak baru yang diidentifikasi sebagai logam nikel (Ni), yaitu pada 2θ $30,83^\circ$; $35,7^\circ$ dan $37,93^\circ$. Puncak nikel oksida (NiO) pada 2θ $37,12^\circ$; $43,15^\circ$ dan $62,63^\circ$. Puncak logam molibdenum (Mo) juga dapat diidentifikasi dari difraktogram katalis, yaitu pada 2θ $23,14^\circ$; $25,62^\circ$; $27,46^\circ$ dan $39,00^\circ$.

Puncak-puncak dari mineral klinoptilolit dan mordenit masih dapat diidentifikasi pada katalis Ni.Mo/Zeolit, yang membuktikan bahwa proses impregnasi, kalsinasi, oksidasi dan reduksi yang dilakukan pada zeolit alam aktif tidak merusak struktur utama dari zeolit tersebut. Intensitas puncak logam nikel dan molibdenum yang teridentifikasi tidak terlalu besar dikarenakan kadar logam yang kecil, yaitu sebesar 0,5%.

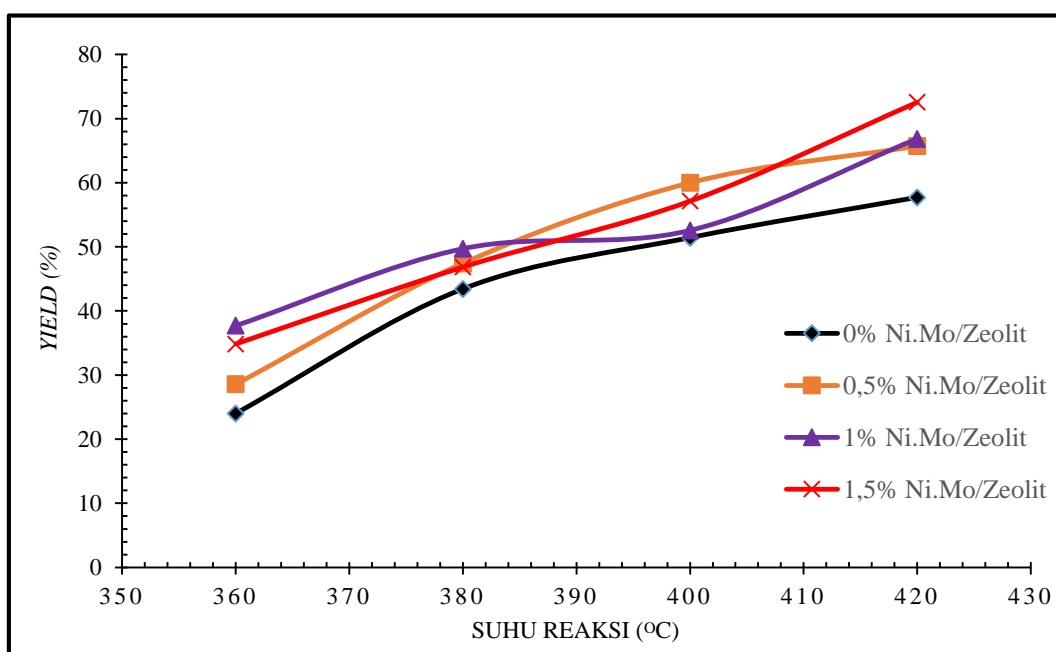
4 Hasil Analisa Produk

Analisa produk dilakukan untuk mengetahui nilai *yield* (%) serta untuk

mengetahui komposisi dari produk yang dihasilkan. 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 bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Dari hasil analisa GC-MS, dapat dihitung nilai konversi dari *biofuel*.

4.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Logam dan Kecepatan Pengadukan Terhadap *Yield* (%) Produk

Perengkahan PFAD dilakukan pada suhu 360, 380, 400 dan 420°C dengan variasi konsentrasi logam (Ni-Mo) 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% wt. PFAD yang direngkah sebanyak 150 gr (175 ml). Proses perengkahan berlangsung selama 3 jam dengan laju alir gas N₂ 150 ml/menit. Pengaruh temperatur dan konsentrasi logam terhadap *yield* (%) dapat dilihat pada Gambar 3.



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

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur dan konsentrasi logam, produk yang dihasilkan akan semakin banyak. Sesuai dengan Persamaan Arrhenius, bahwa peningkatan temperatur reaksi akan

meningkatkan laju reaksi, yang mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah produk yang dihasilkan (Reklaitis, 1993).

Sementara itu, peningkatan konsentrasi logam pada katalis juga mengakibatkan

peningkatan jumlah produk yang dihasilkan. Peningkatan jumlah produk membuktikan bahwa pengembanan logam pada katalis akan meningkatkan aktivitas dari katalis. *Yield* (%) produk yang maksimal didapat pada suhu 420 °C dengan konsentrasi logam 1,5%, yaitu sebesar 72,57% atau 127 ml.

4.2 Analisa Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam produk yang dihasilkan dari proses perengkahan. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada dua produk dengan *yield* tertinggi untuk setiap konsentrasi logam, yaitu produk pada suhu 400 dan 420°C. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui besarnya fraksi *biofuel* yang berupa *gasoline*, *kerosene* dan *diesel* yang terkandung didalam produk yang dihasilkan. Sehingga dapat diketahui nilai konversi *biofuel* dengan membandingkan volume *biofuel* dengan volume PFAD yang digunakan pada proses perengkahan.

Pengembanan logam nikel dan Molibdenum pada zeolit alam memberikan peningkatan yang signifikan terhadap konversi *biofuel*. Pengembanan logam memberikan nilai konversi dua kali lebih besar dari pada nilai konversi zeolit alam. Peningkatan ini membuktikan bahwa pengembanan logam meningkatkan selektivitas katalis terhadap *biofuel* yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar logam pada katalis, semakin tinggi pula konversi *biofuel* yang didapat, yang membuktikan bahwa logam nikel dan Molibdenum dapat meningkatkan kinerja dari katalis untuk menghasilkan *biofuel*. Dari hasil analisa GS_MS, ddiketahui bahwa nilai konversi PFAD menjadi *biofuel* yang terbesar didapat pada suhu 420 °C dengan konsentrasi logam 1,5% yaitu sebesar 51,66%, dengan volume *biofuel* sebesar 90,4 ml.

5 Kesimpulan

Dari hasil penelitian perengkahan PFAD dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Yield* produk perengkahan PFAD yang tertinggi didapatkan sebesar 127 ml (72,57%) dengan komposisi logam pengembanan katalis sebesar 1,5% pada suhu reaksi 420 °C.
2. Nilai konversi PFAD menjadi *biofuel* yang terbesar didapat pada suhu 420 °C dengan konsentrasi logam 1,5% yaitu sebesar 51,66%, dengan volume *biofuel* sebesar 90,4 ml.
3. Komposisi kimia produk *biofuel* dengan *yield* (%) tertinggi yaitu 12% *Gasoline*, 59% *Kerosene* dan *Diesel*.

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 Dra. Yelmida, M,Si 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.
- Anonim, 2011, Industri Hilir Kelapa Sawit indonesia, *InfoSAWIT Magazine*, 6-13.
- 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.

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.

Reklaitis, G.V., 1983, *Intoduction to Material and Energy Balance*, Jhon Wiley & Sons, West Lavayette, 112-134.

Sugiono, A., 2005, Pemanfaatan Biofuel Dalam Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang, *Seminar Teknologi Untuk Negeri*.