Perengkahan Katalitik *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) Menjadi *Biofuel* Dengan Katalis Abu TKS Variasi Temperatur dan Berat Katalis

Bloomy Blesvid[1], Yelmida[2], Zultiniar[2]
[1]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
[2]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
bloomyblesvid@yahoo.com

ABSTRACT

Technology of catalytic cracking process that has been widely used to process petroleum and now used to process vegetable oil into biofuel. PFAD is a by-product of refining CPO process which has trigleceryde that can be converted into biofuel equivalent with fuel. PFAD cracking using ash palm empty fruit bunches (PEFB) catalyst with variation temperature and weight of catalyst. The purposes of the research is to obtain the operation condition such as the temperature and weight of catalyst to get the highest yield(%), to know the composition of the product, and to know physical properties product such as density, viscosity, and flash point. Weight of catalyst composition was varied from 0,5% to 2,5% wt with temperature range 350^{o}C to 430 ^{o}C, rates of agitation 300 rpm, and the flowrate N_2 is 150 ml/minute. Composition product analysed by GC-MS and the result is fractions fuel such as gasoline, kerosene, and diesel. The analysed showing that PFAD cracked into gasoline fraction with the highest yield is 54,3%.
Key Words: Ash PEFB, biofuel, catalytic cracking, PFAD

1 Pendahuluan

Berdasarkan data prediksi kebutuhan dan produksi minyak bumi, kebutuhan minyak bumi akan mengalami peningkatan hingga pada tahun 2025 mencapai 610 juta barrel, sementara produksi minyak bumi diperkirakan yang dapat dicapai semakin menurun hingga pada tahun 2025 mencapai angka 280 juta barrel [DESDM, 2007].

Tingkat ketergantungan manusia terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) yang semakin tinggi, diperlukan langkah aktif untuk mengembangkan bahan bakar alternatif misalnya melalui pengembangan bahan bakar nabati (*biofuel*). *Biofuel* merupakan bahan bakar alterntif dari biomassa. Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari tanaman dan hewan. Seperti dari bidang perkebunan, pertanian, kehutanan, limbah dan residu, serta kotoran hewan. Pada umumnya *biofuel* dapat berupa padatan, gas, dan cairan [Uriarte, 2010]. Pengembangan *biofuel* telah mendapat dukungan dari pemerintah berdasarkan Perpres No. 5/2006, pemerintah bercita-cita untuk mewujudkan energi (primer) campuran yang optimal dengan menurunkan pemakaian BBM Indonesia dari 55 persen menjadi 15 sampai 20 persen pada tahun 2025.

Umumnya, di Indonesia kelapa sawit dan jarak pagar yang dimanfaatkan untuk diolah menjadi *biofuel*. Kelapa sawit merupakan jenis tanaman yang memiliki berbagai manfaat. Indonesia sebagai negara terbesar kedua penghasil CPO dan Riau merupakan salah satu daerah penghasil CPO terbesar di Indonesia. Namun pengolahan

CPO menjadi industri hilir masih terbatas untuk minyak goreng.

Hasil samping dari pengolahan kelapa sawit menjadi minyak goreng akan didapatkan hasil samping berupa destilat asam lemak minyak sawit atau PFAD. Pada tahap proses penyingkiran bau, akan terpisah asam lemak sawit distilat (PFAD) sebanyak 6% dari CPO umpan. Sehingga diperkirakan jumlah PFAD yang dihasilkan mencapai 378.000 ton per tahun dari proses pemurnian. Pengolahan CPO sebagai bahan baku industri hilir diawali dengan proses pemurnian CPO sehingga diperoleh RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*). Ketersediaan PFAD yang melimpah berpotensial sebagai bahan baku pembuatan *biofuel* disamping harga yang murah serta penggunaanya yang tidak bersaing dengan bahan untuk pangan seperti minyak sawit.

Berbagai penelitian untuk menghasilkan *biofuel* telah dilakukan seperti produksi *biogasoline* dari minyak sawit dengan katalis γ-alumina diperoleh *yield* 11,8%. Reaksi perengkahan optimum terjadi pada perbandingan berat minyak/katalis 100:1 dalam waktu 1,5 jam pada suhu 340 ^{o}C [Wijanarko, dkk, 2006]. *Biogasoline* dari minyak sawit dengan katalis NiMo/zeolit dengan perbandingan katalis/reaktan 1:75. Reaksi perengkahan berlangsung pada 300^{o}C dan 320 ^{o}C selama 2 jam dengan tekanan atmosperik diperoleh *yield* 11,93% [Nasikin dkk, 2009]. Yelmida dkk [2012] melakukan perengkahan PFAD menggunakan katalis zeolit sintesis untuk menghasilkan *biofuel*. Konversi reaksi tertinggi (98,7%) diperoleh pada temperatur 280^{o}C dan waktu reaksi 100 menit. Dari analisa menggunakan FTIR dan GCMS diketahui bahwa proses perengkahan PFAD belum menghasilkan *biofuel*. Senyawa yang terbentuk diantaranya berupa metil vinil keton (C_4H_6O).

Katalis yang komersial digunakan untuk perengkahan yaitu zeolit. Namun, penelitian ini akan menggunakan abu TKS sebagai katalis. Penelitian perbandingan pirolisis minyak bunga matahari dengan katalis yang berbeda seperti katalis Na_2CO_3, silika-alumina, dan HZSM-5 dan diperoleh konversi tertinggi 73,17 wt% dengan penggunaan katalis Na_2CO_3 [Dandik dan Aksoy, 1999]. Diketahui abu TKS memiliki senyawa penyusun logam dan metalloid seperti kalium (K), natrium (Na), kalsium (Ca), magnesium (Mg), klor (Cl), karbonat (CO3), pospat (P), dan silika (SiO2). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pembuatan *biofuel* menggunakan katalis abu TKS.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kondisi operasi perengkahan katalitik berupa temperatur dan jumlah katalis terhadap *yield (%)* produk 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

Katalis berupa abu TKS dipanaskan dioven pada suhu 110^{o}C terlebih dahulu selama 2 jam untuk mengurangi kadar airnya. Abu TKS diayak untuk penyeragaman ukuran dengan ayakan 60 dan 100 mesh.

Aktivasi abu TKS dilakukan dengan pemijaran pada suhu 600^{o}C selama 5 jam. Selanjutnya abu TKS digunakan sebagai katalis untuk proses perengkahan PFAD.

b. Preparasi Bahan Baku

PFAD pada kondisi kamar berupa padatan. Sebanyak 150 gr PFAD dicairkan dengan oven kemudian disaring untuk memisahkan minyak dengan pengotor-pengotor.

c. Perengkahan PFAD menjadi *Biofuel*

Pembuatan *biofuel* dilakukan dengan merengkah PFAD dan katalis abu TKS dengan persentasi tertentu dalam reaktor perengkahan*batch*. Reaktor dialiri gas nitrogen untuk *purging* O_2, dipanaskan pada temperatur tertentu dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. Produk gas yang terkondensasi (*biofuel)* ditampung selama 2 jam. Produk *biofuel* yang terbentuk dianalisa komponen kimia menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS). Sedangkan sifat fisik *biofuel* dianalisa densitas, viskositas, dan titik nyala (*flash point*).

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Sampel PFAD dengan GC-MS

PFAD merupakan hasil samping pemurnian CPO. Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa yang terdapat pada bahan baku. Pada Tabel 6 dapat dilihat hasil analisanya.

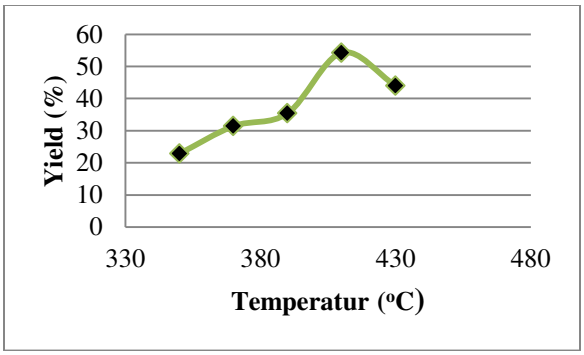
Tabel 6 Komposisi Senyawa PFAD

Peak#	% Area	Senyawa	MR
1	69,91	Asam palmitat	256
2	26,48	Asam linoleat	280
3	3,62	Tetradecynone	175

Pada Tabel 6 dapat diketahui bahwa dalam sampel PFAD mengandung asam lemak seperti palmitat dan linoleat. Dari GC-MS diperoleh kandungan asam palmitat sebesar 69,91% dan asam linoleat sebesar 26,48%. Kandungan asam lemak pada PFAD ini diperoleh lebih banyak daripada asam lemak yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya.

3.2 Pengaruh Temperatur dan Berat Katalis Terhadap *yield (%)Biofuel*

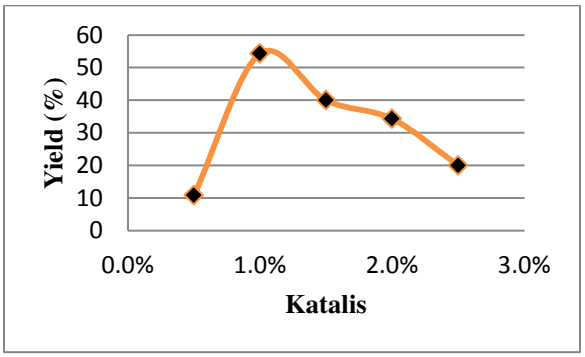
Perengkahan PFAD dilakukan pada suhu 350, 370, 390, 410 dan 430^{o}C dengan variasi berat abu TKS 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% wt. PFAD yang direngkah sebanyak 150 gr (175 ml). Proses perengkahan berlangsung selama 2 jam dengan laju alir gas N_2 150 ml/menit. Variasi temperatur dan berat katalis mempengaruhi *yield biofuel* yang diperoleh. Pada Gambar 1 menyajikan pengaruh temperatur terhadap *yield*(%) *biofuel* yang diperoleh.



Gambar 1. Pengaruh temperatur terhadap *yieldbiofuel*

Pada Gambar 1 menunjukkan pengaruh temperatur terhadap *yield biofuel*. *Yield biofuel* tertinggi diperoleh pada suhu 410^{0}C sebesar 54,3% dan yang terendah pada suhu 350^{0}C sebesar 22,85%. Semakin tinggi suhu maka semakin besar pula *yield biofuel* yang diperoleh. Dapat dilihat pada Gambar 1 temperatur berpengaruh terhadap *yield*(%) produk yang dihasilkan, semakin tinggi temperatur 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]. Namun, pada temperatur 430^{o}C *yield*(%) produk yang diperoleh sebesar 44%. Penurunan nilai *yield*(%) produk disebabkan terjadinya peningkatan produk gas pada proses perengkahan dengan temperatur yang tinggi.

Pada penelitian ini variasi berat katalis juga dilakukan untuk melihat peran katalis abu TKS terhadap proses perengkahan. Diketahui *yield* yang tertinggi pada variasi temperatur adalah 410^{o}C, sehingga temperatur optimum ini dijlanjutkan untuk dilakukan variasi berat katalis. Berat katalis yang digunakan yaitu 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% wt. Pada Gambar 2 dapat dilihat pengaruh berat katalis terhadap *yield*(%) *biofuel* yang diperoleh.



Gambar 2. Pengaruh katalis terhadap *yieldbiofuel*

Pada Gambar 2 dapat dilihat *yield*(%) produk semakin bertambah seiring penambahan jumlah katalis. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah abu TKS yang ditambahkan berperan untuk meningkatkan produk *biofuel*. *Yield biofuel* meningkat pada konsentrasi 0,5% namun mengalami penurunan *yield* pada konsentrasi 2% dan 2,5%.

Produk *biofuel* tertinggi diperoleh ketika penambahan katalis 1%wt yaitu sebesar 54,28%. Namun, peningkatan *yield* tidak diikuti dengan penambahan katalis 1,5-2,5%wt. Hal ini terjadi karena penambahan jumlah abu TKS menyebabkan proses perengkahan tidak hanya membentuk fraksi hidrokarbon bahan bakar. Namun juga membentuk berbagai macam komponen fraksi hidrokarbon yang lebih ringan sehingga tidak dapat terkondensasi dan terjadi penurunan *yield*(%) *biofuel*.

3.3 Pengaruh Temperatur dan Berat Katalis terhadap Fraksi Total *Biofuel*

Untuk mengetahui komposisi kimia produk, dilakukan analisa GC-MS pada produk perengkahan PFAD. Pada penelitian ini, analisa GC-MS dilakukan pada semua produk untuk melihat secara jelas komponen yang terkandung pada setiap produk. Secara garis besar data-data yang didapat dari hasil analisa GC-MS memperlihatkan perengkahan PFAD dengan abu TKS dapat berlangsung membentuk fraksi yang setara bahan bakar.

Hasil analisa GC-MS *biofuel* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Analisa GC-MS Produk *Biofuel* Perengkahan PFAD

Produk *Biofuel*	Temperatur (^{0}C)								
	350	370	390	410	430	410			
	Berat Katalis (%wt)								
			1			0,5	1,5	2	2,5
Gasoline	96,74	98,44	94,32	86,78	86,32	73,42	45,73	48,67	44,46
Kerosene	-	-	-	-	0,26	4,84	13,35	13,65	11,48
Diesel	-	-	-	6.01	6.83	8,74	11,61	10,48	13,91
Total (%)	96,74	98,44	94,32	92,79	93,41	87	70,69	72,80	69,85

3.4 Hasil Analisa Sifat Fisik Produk *Biofuel*

Penentuan sifat fisik produk *biofuel* dilakukan dengan cara pengukuran densitas, viskositas, dan titik nyala (*flash point*). Kemudian hasil analisa sifat fisik *biofuel* dibandingkan dengan sifat fisik *biofuel* standar.

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui besar densitas dari masing-masing produk. Pengujian *densitas* dilakukan dengan menggunakan piknometer pada suhu 15^0C. Tabel 3 ditunjukkan hasil pengukuran denistas *biofuel*.

Tabel 3. Densitas *Biofuel*

Temperatur (^{0}C)	Berat Katalis (%wt)	Densitas (gr/ml)	*Acceptable Value*
350	1	0,899	0,7-0,78 gr/ml
370	1	0,867	
390	1	0,878	
410	1	0,878	
430	1	0,87	
410	0,5	0,883	
410	1,5	0,885	
410	2	0,872	
410	2,5	0,883	

Pembacaaan data GC-MS menunjukkan produk *biofuel* dominan terbentuk fraksi gasoline atau bensin. Pada tabel 3 dapat dilihat densitas produk *biofuel* yang dibandingkan dengan densitas bahan bakar bensin. Hasil perbandingan ini menunjukkan bahwa *biofuel* yang dihasilkan lebih besar dari spesifikasi bahan bakar cair. Sifat fisis yang masih belum memenuhi spesifikasi ini diakibatkan produk yang dihasilkan merupakan masi berupa campuran dari fraksi-fraksi *biofuel* yang bervariasi.

Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan *viscometer Ostwald* pada suhu 40^0C. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran viskositas *biofuel*

Tabel 4 Viskositas *Biofuel*

Temperatur (^{0}C)	Berat Katalis (%wt)	Viskositas (Cst)	*Acceptable Value*
350	1	2,712	0,715-0,785 Cst
370	1	2,003	
390	1	1,968	
410	1	1,933	
430	1	1,477	
410	0,5	2.17	
410	1,5	2.23	
410	2	2.00	
410	2,5	1.64	

Pada tabel 4.6 dapat dilihat viskositas produk *biofuel* yang juga dibandingkan dengan viskositas bahan bensin. Hasil perbandingan ini menunjukkan bahwa *biofuel* yang dihasilkan lebih besar dari spesifikasi bahan bakar cair. Sifat fisis yang masih belum memenuhi spesifikasi ini diakibatkan produk yang dihasilkan merupakan campuran dari fraksi-fraksi *biofuel* yang bervariasi.

Dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya *flash point* dan *fire point*. *Flash point* adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat apabila nyala api didekatkan padanya. Hasil uji titik nyala pada *biofuel* yaitu 42^oC, sedangkan standar untuk berada pada 43^oC.

Hasil uji titik nyala pada *biofuel* menunjukkan bahwa titik nyala sudah mendekati nilai standar. Dari titik nyala pada *biofuel* menunjukkan bahwa *biofuel* yang dihasilkan memiliki sifat yang mudah menguap sehingga lebih mudah terbakar. Namun, hasil ini menunjukkan bahwa produk *biofuel* ini sudah mendekati standar bahan bakar bensin.

4 Kesimpulan

1. *Yield*(%) produk perengkahan PFAD tertinggi pada temperatur 410^{o}C didapatkan sebesar 54,28% dengan katalis 1%. Sedangkan konversi produk tertinggi untuk varisi temperatur diperoleh sebesar 50,37% dan variasi jumlah katalis sebesar 29,12%.
2. Komposisi kimia fraksi *biofuel* yang diperoleh yaitu gasoline, kerosin dan diesel.
3. Sifat fisik produk diperoleh pada temperatur 410^{o}C katalis 1%wt yaitu viskositas 1,933 cSt, densitas 0,878 gr/ml, dan titik nyala *biofuel* 42^{o}C. Sedangkan temperatur 410^{o}C katalis 2%wt diperoleh viskositas 2 cSt, densitas 0,872 gr/ml, dan titik nyala *biofuel* 42^{o}C

5 Saran

Perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan variasi ukuran katalis untuk mengetahui pengaruh ukuran katalis terhadap proses perengkahan.

6 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapakan terimakasih kepada Ibu Dra. Yelmida, M.Si, Ibu Dra. Zultiniar, M.Si dan Ibu Ida Zahrina ST, MT yang telah membimbing dan memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat kepadapenulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Dandik, L., dan Aksoy, H.A., 1999.,*Effect of catalyst on the pyrolysis of used oil carried out in a fractionating pyrolysis reactor*. Renew. Energy 16 (1–4), 1007–1010.

DESDM, 2007, Program Peningkatan Produksi Gas dan Minyak Bumi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.

Lestari, 2006, *Sintesis Katalis Ni/Mo untuk Hydrotreating Coker Nafta.* Tesis Magister,Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

Nasikin, M., Susanto B.H., Hirsaman M.A., dan Wijanarko A., 2009, *Biogasoline from Palm Oil by Simultaneous Cracking and Hydrogenation Reaction over Nimo/Zeolite Catalyst*, World Applied Sciences Journal (Special Issue for Environment), 5th ed., 74-79.

Pratama, L., Yoeswono., Triyono., dan Tahir Iqmal., 2009, *Effect of Temperature and Speed of Stirrer to Biodiesel conversion from coconut Oil with The Use of Palm Empty Fruit Bunches As A Heterogeneous Catalyst*, Indo.J.Chem., 9(1), 54-61.

Purwanto, 2007, *Peningkatan Produktivitas Singkong dengan Teknologi Mukibat sebagai Sumber Bahan Baku Bioetanol*, Tugas Mata Kuliah Masalah Khusus, Agronomi, Universitas Gajah Mada.

Uriarte, F., A., 2010, *Biofuels From Plant Oil*, ASEAN Foundation, Jakarta.

Wijanarko, A., Dadi Ahmad W., dan M. Nasikin, 2006, *Produksi Biogasoline dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Katalis γ-Alumina*, Makara, Teknologi., Vol. 10, No.2, 51-60.

Yelmida., Zahrina, I., dan Akbar, F., 2012, *Perengkahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) dengan Katalis Zeolit Sintesis untuk Menghasilkan Biofuel,*Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan , Vol. 9, No. 1, hal. 45-50.