

SINTESIS BIODIESEL DARI *PALM FATTY ACID DESTILLATE* (PFAD) MENGGUNAKAN KATALIS Cu-HAp DENGAN VARIASI KECEPATAN PENGADUKAN DAN WAKTU REAKSI

Desi Erika Putri¹⁾, Yelmida Azis²⁾, Cory Dian Alfarisi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia,

Laboratorium Dasar Teknik II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: desierika_putri@yahoo.com

ABSTRACT

This research will shown the effect of stirring velocity and reaction time to biodiesel yield production and determine the physical and chemical characteristics of biodiesel. Palm fatty acid distillate (PFAD) synthesis which is a by-product of cooking oil processing becomes biodiesel through esterification. The esterification was done by mixing PFAD by 25 gram with Cu-HAp catalyst 0.25 gram and 97 ml methanol. Stirring velocity is 250 rpm, 300 rpm and 350 rpm and reaction time variation is 2 hours, 3 hours and 4 hours at 60 ° C. The highest biodiesel yield at 300 rpm stirring speed with a reaction time of 2 h is 63%. For physics characteristic of biodiesel in the form of density are: 0,884 gr/ml - 0,902 gr/ml, viscosity: 4,181 cSt - 5,029 cSt, acid number: 0,553 mg KOH/g oil - 1,661 mg KOH/g oil and calorific value: 9048 - 9813 Kcal / kg produced according to biodiesel standards SNI-04-7182-2006. For the analysis of GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy) the main compounds found in biodiesel from PFAD are methyl myristate, methyl palmitate, methyl linoleate, methyl oleate and methyl stearate is 78,88%

Keywords: Biodiesel, PFAD, Cu-HAp catalyst, esterification.

1. PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan teknologi dan pertumbuhan penduduk di Indonesia menuntut ketersediaan minyak bumi dalam jumlah yang sangat besar sedangkan ketersediaannya semakin menipis karena minyak bumi tidak dapat diperbaharui. Cadangan minyak bumi di tahun 2012 hanya sekitar 3,92 miliar barel, menurun dari cadangan tahun 2011 yang berada di angka 4,03 miliar barel (Rubiandini, 2011). Oleh karena itu, perlu dipikirkan energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai pengganti minyak bumi. Berbagai sumber energi baru yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan diandalkan berasal dari minyak nabati seperti minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kedelai, minyak biji nyamplung dan minyak biji kapok. Pemanfaatan sumber energi

terbarukan menjadi solusi pemenuhan kebutuhan energi yang semakin lama semakin besar di masa mendatang.

Salah satu minyak nabati yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku alternatif untuk produksi biodiesel adalah minyak kelapa sawit atau CPO (*Crude Palm Oil*). Bahan baku untuk produksi biodiesel yang berasal dari pengolahan kelapa sawit dapat berupa CPO (*Crude Palm Oil*), RBDPO (*refined bleached deodorized palm oil*), olein, stearin, *palm fatty acid distillate* (PFAD) dan CPO parit. Tetapi pemakaian CPO sebagai bahan baku biodiesel sangat bersaing karena CPO digunakan juga untuk pangan (industri minyak goreng), oleh karena itu perlu dicari bahan baku biodiesel yang pemakaiannya tidak bersaing dengan

kebutuhan pokok manusia dan harganya relatif murah.

PFAD merupakan produk samping yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak goreng. PFAD tidak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan minyak goreng karena beracun, dan mengandung asam lemak bebas yang tinggi (>80%), sehingga PFAD sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produksi BBM alternatif karena harganya relatif murah sekitar 80% dari harga CPO standar. Dengan tersedianya PFAD sekitar 0,21 juta ton/tahun, maka akan dihasilkan biodiesel sebesar 0,189 juta ton/tahun (Prihandana dkk, 2006). PFAD secara umum memiliki rantai hidrokarbon panjang mirip dengan minyak bumi, sehingga memungkinkan PFAD dapat diolah menjadi biodiesel.

Frenny (2013), melakukan esterifikasi *Palm Fatty Acid Destillate* (PFAD) menjadi biodiesel menggunakan katalis H-Zeolit dengan variabel suhu reaksi dan kecepatan pengadukan dan Syafruddin (2015), melakukan studi pendahuluan penggunaan katalis logam-HAp pada pembuatan biodiesel. Pada penelitian ini hidroksiapatit yang diimpregnasi dengan Cu, akan digunakan sebagai katalis untuk reaksi esterifikasi PFAD menjadi biodiesel.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu reaksi pada proses esterifikasi PFAD dengan menggunakan katalis Cu-HAp untuk menghasilkan biodiesel, mengetahui *yield* biodiesel tertinggi dari variasi kecepatan pengadukan dan waktu reaksi dan mengetahui karakteristik sifat fisika dan kimia dari biodiesel yang dihasilkan.

2. BAHAN DAN METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah PFAD didapat dari PT. Sari Dumai Sejati, Hidroksiapatit (HAp), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang digunakan pada proses impregnasi sebagai katalis, metanol dan aquadest. Alat yang digunakan *hotplate stirrer*, *thermo haake*,

kondensor, statif, timbangan analitik, termometer, *stopwatch*, labu leher dua, pipet tetes, gelas ukur 50 ml, gelas ukur 100 ml, gelas kimia 100 ml, gelas kimia 250 ml, cawan porselin, pengaduk, corong, corong pisah, kertas saring, *tachometer*, pipet tetes, oven, *furnace* dan botol sampel.

2.2 Tahap Impregnasi Cu-HAp

Untuk menghasilkan Cu-HAp sebanyak 5 gram maka sebanyak 0,15 gram Cu dan 4,85 gram HAp dicampurkan kedalam gelas kimia 250 ml dengan ditambahkan aquadest 50 ml. Sebanyak 0,15 gram Cu diambil dari $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Proses impregnasi dilakukan menggunakan alat *hotplate stirrer* dengan kecepatan pengadukan 350 rpm, pada suhu ruang selama 24 jam. Selanjutnya dihasilkan pasta. Pasta yang dihasilkan dikeringkan dan di oven pada suhu 105°C (\pm selama 90 menit). Selanjutnya katalis diaktivasi pada *furnace* dengan suhu 500°C selama 3 jam.

2.3 Proses Esterifikasi

Pada proses esterifikasi, PFAD ditimbang sebanyak 25 gram, sementara katalis Cu-HAp sebanyak 0,25 gram, dan perbandingan metanol :PFAD = 10:1. PFAD dipanaskan menggunakan oven pada suhu 50°C selama \pm 15 menit, (karena PFAD dalam bentuk padat, sehingga sebelum pencampuran dengan katalis dan metanol terlebih dahulu dicairkan agar lebih cepat tercampur (homogen)). Katalis Cu-HAp dilarutkan dengan metanol dan dipanaskan sampai suhu 50°C dalam labu leher dua. Selanjutnya ke dalam labu leher dua ditambahkan PFAD dan reaksi dilangsungkan pada suhu 60°C . Selanjutnya diatur variasi kecepatan pengadukan 250, 300, dan 350 rpm (sesuai dengan variabel berubah) dan waktu reaksi 2, 3, dan 4 jam.

2.4 Analisis Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan akan di analisis yaitu, uji kadar air biodiesel, penentuan densitas, penentuan viskositas, penentuan angka keasaman, nilai kalor dan karakterisasi sifat kimia dari biodiesel yang diperoleh dengan menggunakan analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi sifat fisika dan kimia biodiesel dari PFAD

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil karakterisasi sifat fisika biodiesel yang dibandingkan dengan biodiesel sesuai SNI-04-7182-2006.

Tabel 1 Perbandingan karakteristik biodiesel hasil penelitian dengan biodiesel standar dalam SNI 04-7182-2006

Karakteristik	Biodiesel hasil penelitian	SNI Biodiesel
Kadar air (% vol)	0,036-0,066	Maks 0,05
Densitas (g/ml)	0,862-0,902	0,86-0,89
Viskositas (cSt)	4,181-5,029	2,3-6,0
Angka keasaman (gr KOH/ gr minyak)	0,553-1,661	Maks 0,8
Nilai kalor (kCal/kg)	9048-9813	Maks 9938,76

Berdasarkan Tabel 1 karakterisasi sifat fisika biodiesel yang dihasilkan sudah sesuai dengan standar SNI 04-7182-2006. Hanya ada beberapa variasi yang tidak sesuai.

3.2 Analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) biodiesel dari PFAD

Biodiesel yang dianalisis GC-MS dipilih dari hasil karakteristik sifat fisika yang terbaik yaitu pada variasi kecepatan pengadukan 300 rpm dengan waktu reaksi 2 jam. Data hasil puncak-puncak kromatogram biodiesel (metil ester) dari PFAD disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Data puncak-puncak kromatogram biodiesel (metil ester) dari PFAD

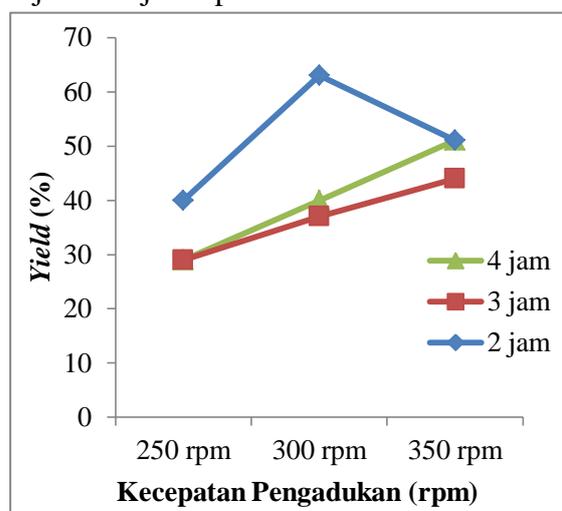
Peak #	Retention Time (menit)	Luas Area (%)	Biodiesel (metil ester)
1	33,589	0,67	Metil miristat
2	38,848	37,23	Metil palmitat
3	40,135	8,12	Asam heksadekanoat
4	42,531	6,42	Metil linoleat
5	43,456	31,57	Metil oleat
6	43,955	2,99	Metil stearat

Tabel 2 merupakan hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa terdapat lima komponen utama senyawa metil ester hasil sintesis dari PFAD menggunakan katalis

Cu-HAp pada puncak pertama, kedua, keempat kelima dan pada puncak keenam dengan total luas area yaitu 78,88 %. Tetapi, hasil analisis GC-MS juga menunjukkan pada puncak ketiga berupa senyawa asam lemak pada waktu retensi 40,135 menit dengan luas area 8,12 %, ini mengindikasikan bahwa biodiesel yang dihasilkan masih mengandung asam lemak dan belum semuanya terkonversi menjadi biodiesel.

3.3 Pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu reaksi terhadap perolehan *yield* biodiesel.

Pengaruh variasi kecepatan pengadukan 250 rpm, 300 rpm dan 350 rpm pada variasi waktu reaksi 2 jam, 3 jam dan 4 jam disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh variasi kecepatan pengadukan 250 rpm, 300 rpm dan 350 rpm pada variasi waktu reaksi 2 jam, 3 jam dan 4 jam terhadap perolehan *yield* biodiesel

Dari Gambar 2 untuk waktu reaksi 2 jam *yield* tertinggi pada kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu 63% dan *yield* terendah pada kecepatan pengadukan 250 rpm yaitu 40%. Untuk waktu reaksi 3 jam *yield* tertinggi pada kecepatan pengadukan 350 rpm yaitu 44% dan *yield* terendah pada kecepatan pengadukan 250 rpm yaitu 29%. Selanjutnya variasi kecepatan pengadukan 250 rpm, 300 rpm dan 350 rpm untuk waktu reaksi 4 jam, *yield* tertinggi pada kecepatan pengadukan 350 rpm yaitu 51% dan *yield* terendah pada kecepatan pengadukan 250 rpm yaitu 29%. Kecepatan

pengadukan berpengaruh terhadap konversi reaksi, hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius (pada persamaan 2.1), dimana (A) adalah faktor tumbukan yang berbanding lurus dengan (k) konstanta laju reaksinya. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka konversi reaksi akan semakin meningkat (pada suhu reaksi yang sama), karena dengan adanya pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi makin baik sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi secara sempurna.

Pada waktu reaksi 2 jam diperoleh *yield* biodiesel tertinggi dan dapat dikatakan pada waktu reaksi 2 jam kesetimbangan reaksi telah tercapai. Menurut Ketta, (1993) jika kesetimbangan reaksi telah tercapai dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak akan meningkatkan konversi. Sehingga pada waktu reaksi 3 jam dan 4 jam *yield* biodiesel menurun dan karena reaksi yang terjadi dalam proses esterifikasi adalah *reversible* (bolak-balik), maka apabila sudah terjadi kesetimbangan, reaksi akan bergeser ke kiri, dan akan memperkecil produk yang diperoleh.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu penggunaan katalis Cu-HAp mampu mengkonversi PFAD menjadi biodiesel. Untuk variasi kecepatan pengadukan dan waktu reaksi berpengaruh terhadap *yield* biodiesel yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian, dihasilkan *yield* biodiesel tertinggi pada variasi kecepatan pengadukan 300 rpm dengan waktu reaksi 2 jam yaitu 63 %. Untuk karakteristik sifat fisika biodiesel yang dihasilkan telah sesuai dengan standar biodiesel menurut SNI-04-7182-2006 dan analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Specctroscop*) senyawa utama yang terdapat pada biodiesel dari PFAD yaitu metil miristat, metil palmitat, metil linoleat, metil oleat dan metil stearat yaitu 78,88 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan yang bersangkutan karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chai, F., F. Chao., F. Zhai., Y. Chen., X. Wang., Z. Su. 2007. Transesterification of Vegetable Oil to Biodiesel Using A Heteropoliacid Solid Catalysts. *Adv.Synth. Catal.* 349 1057-1065.
- Indonesian Commercial Newslatter, 2011. *Industri Palm Oil di Indonesia*. Edisi Juli 2011. PT Data Consult: Indonesia.
- Karunia, A. F. 2011. Esterifikasi PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis H-Zeolit Dengan Variabel Suhu Reaksi Dan Kecepatan Pengadukan, *Jurnal (Final-Frenny) Esterifikasi PFAD*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau: Pekanbaru
- Hikmah N.,M, 2010. Skripsi Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Mirza, V., 2013 Perengkahan Katalitik Palm Fatty Acid Distillate untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan Katalis Cu/Zeolit Alam, *JOM FTEKNIK*. Universitas Riau: Pekanbaru
- Prihandana, R., R. Hendroko., Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Poulusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta. Agromedia.
- Rengga, W.D.P., W. Istiani. 2011. Sintesis Metil Ester dari Minyak Goreng Bekas dengan Pembeda Jumlah Tahapan Transesterifikasi. *Jurnal Kompetisi Teknik vol. 2, No. 2*.

- Rubiandini,R., 2011, Cadangan Minyak 2012 Turun 2,7 Persen, [http://www.migas.esdm.go.id/tracking/beritakemigas/detil/265276/0/Cadangan - Minyak - 2012 - Turun - 2,7 - Persen](http://www.migas.esdm.go.id/tracking/beritakemigas/detil/265276/0/Cadangan-Minyak-2012-Turun-2,7-Persen), 18 April 2012.
- Shiqhi, N., 2015. Impregnasi Logam Co, Cu Dan Ni Pada Hidroksiapatit Yang Disintesis Dari Kulit Kerang Lokan (*Gelonia Expansa*). *Skripsi*. Universitas Riau: Pekanbaru.
- Soerawidjaja, T.H., Tahar., Siagian, U.W., Prakoso, T., Reksowardjojo, I.K., & Permana, K.S. 2005. *Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia*, Kajian Kebijakan & Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel, Menristik, MAKSI SEAFASST Center, IPB.
- Tsani, F. 2011. Preparasi dan Karakterisasi Katalis NiMo/ γ -Al₂O₃ untuk Sintesis Bahan Bakar Bio dari Minyak Jarak Melalui Pirolisis Berkatalis. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Indonesia.
- Syafruddin., 2015. Studi Pendahuluan Penggunaan Katalis Logam-HAP Pada Pembuatan Biodiesel. *Skripsi*. Universitas Riau: Pekanbaru
- Wendari, P.,T, 2016. Pembuatan Katalis Dengan Metode Impregnasi. *Makalah Kimia Katalis Anorganik*. Program Pasca Sarjana Jurusan Kimia Universitas Andalas Padang.
- Wiguna, J. A. 2013. *Perengkahan Palm Fatty Acid Destilate (PFAD) menjadi Biofuel Menggunakan Katalis H-Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Nisbah Berat H-Zeolit/PFAD*. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Riau.
- Yelmida, Zahrina, I., dan Akbar, F., 2012. *Perengkahan Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Menjadi Biofuel Menggunakan Katalis H-Zeolit dengan Variasi Temperatur Reaksi dan Nisbah berat H-Zeolit/PFAD*. *Laporan Penelitian*. Universitas Riau: Pekanbaru.