

ESTERIFIKASI PFAD (*PALM FATTY ACID DISTILLATE*) MENJADI BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS H-ZEOLIT DENGAN VARIABEL SUHU REAKSI DAN KECEPATAN PENGADUKAN

Antonia Frenny Karunia, Ida Zahrina, Yelmida
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau

*)Email : frenny_a@yahoo.co.id

08126869469

ABSTRACT

Petroleum fuel requirement for future always increase but still little alternative energy to make balance. Therefore, it's important to research alternative energy for fuel substitution of petroleum. PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) is raw material that have big potency to produce alternative energy, one of alternative energy is biodiesel. Biodiesel is one of the alternative source substitution to made diesel oil that use reaction of vegetation oil esterification. Esterification is reaction of free fatty acid (FFA) with alcohol to form metil ester (biodiesel) and water. Esterification PFAD use H-Zeolit that preparation of natural zeolites, alcohol that used for esterification reaction is methanol. The change variable of esterification PFAD that use are reaction temperatur (60⁰C ; 65⁰C ; 70⁰C) and the mixer speed (100 rpm, 200 rpm, 300 rpm) and for fixed variable are ratio of molar PFAD : methanol is 1:5 and heavy ratio H-Zeolit catalyst is 15 % (basic PFAD). Biodiesel which result will be analyse viscosity kinematic, density, cloud point, flash point, and cetane number. This research got highest reaction conversion when temperatur reaction is 65⁰C and the mixer speed is 300 rpm that is 38,37 %.

Keyword : PFAD (Palm Fatty Acid Distillate); biodiesel; esterification; temperatur of reaction; the mixer speed; H-Zeolit katalis.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi, pertumbuhan ekonomi, pengembangan wilayah, pembangunan dari tahun ke tahun dan pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk berakibat semakin meningkatnya kebutuhan energi yang sangat diperlukan dalam bidang transportasi, rumah tangga dan industri. Minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Bensin (gasoline), minyak tanah (kerosene) maupun minyak solar (diesel oil) merupakan bahan bakar fosil yang banyak digunakan pada alat transportasi, industri dan rumah tangga di Indonesia.

Berbagai sumber energi baru yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dan dapat diandalkan adalah berasal dari berbagai jenis minyak nabati (minyak sawit, minyak jarak pagar, minyak kedelai, dll). Pemanfaatan sumber energi terbarukan menjadi solusi pemenuhan kebutuhan energi yang semakin lama semakin besar di masa mendatang. Sumber daya energi terbarukan memiliki keunggulan yakni dapat diproduksi dalam waktu relatif tidak lama dibandingkan dengan sumber energi tak terbarukan. Namun, sumber daya terbarukan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia.

Minyak nabati yang berpotensi digunakan sebagai bahan alternatif adalah minyak kelapa sawit atau CPO (*crude palm oil*). Kelapa sawit merupakan jenis tanaman yang sangat populer

saat ini, hal ini karena minyak dari kelapa sawit digunakan sebagai bahan baku industri minyak goreng, margarin, sabun, kosmetik, farmasi bahkan sebagai bahan bakar alternatif. Bahan baku minyak alternatif yang berasal dari pengolahan kelapa sawit dapat berupa CPO (*Crude Palm Oil*), RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) Olein, Stearin, CPO parit dan PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*). Tetapi pemakaian CPO sebagai bahan baku BBM alternatif sangat bersaing karena CPO digunakan juga untuk pangan. Oleh karena itu, perlu dicari bahan baku yang pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia dan harganya murah.

PFAD merupakan suatu produk samping yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak goreng yang banyak mengandung Asam Lemak Bebas (ALB). Secara keseluruhan, proses pembuatan minyak sawit akan menghasilkan 73% olein, 21% stearin, 5-6% PFAD, dan 0,5-1% CPO parit (Chongkhong, 2007). *Crude Palm Oil* (CPO) dapat dijadikan produksi minyak sawit padat (RBD Stearin/*Refined Bleached Deodorized Palm Oil stearin*) dan minyak sawit cair (RBD olein). Pemanfaatan utama RBD olein adalah untuk membuat minyak goreng, sedangkan RBD stearin digunakan untuk membuat margarin dan shortening. RBD stearin juga digunakan sebagai bahan baku industri sabun dan deterjen, sedangkan PFAD belum banyak pemanfaatannya (Prihandana dkk, 2006). Komposisi asam lemak dalam PFAD ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuh dalam PFAD.

Asam Lemak	Rumus Molekul	Komposisi (%) Berat	Jenis Asam Lemak
Asam Miristat	C14H28O2	0,9 – 1,5	Jenuh
Asam Palmitat	C16H32O2	42,9 – 51,0	Jenuh
Asam Stearat	C18H36O2	4,1 – 4,9	Jenuh
Asam Oleat	C18H38O2	32,8 – 39,8	Tak Jenuh
Asam Linoleat	C18H32O2	8,6 – 11,3	Tak Jenuh

Sumber: Hambali, 2007.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1, asam-asam lemak yang terkandung dalam PFAD dapat dikonversi menjadi metil ester asam lemak. Dengan potensi tersedianya PFAD sekitar 0,21 juta ton per tahun, maka bisa dihasilkan metil ester asam lemak (biodiesel) sebesar 0,189 juta ton. Nilai ini setara dengan 3,78 juta ton atau 4.195,8 juta liter biosolar pertahun (Prihandana dkk, 2006). PFAD tidak digunakan sebagai bahan pangan karena beracun. Sehingga PFAD sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan BBM alternatif karena pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia dan harganya yang relatif murah.

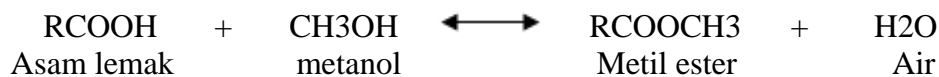
Tujuan penelitian ini adalah membuat biodiesel dari produk samping pabrik minyak goreng (*PFAD = Palm Fatty Acid Distillate*) dengan proses esterifikasi dengan mempelajari pengaruh suhu reaksi dan kecepatan pengadukan. Penelitian ini juga bertujuan membandingkan karakteristik viskositas kinematik, densitas, titik kabut (*cloud point*), titik nyala (*flash point*), dan angka setana (*cetane number*) yang diperoleh dengan standar bahan bakar biodiesel nasional (SNI) EB 020551.

Landasan Teori

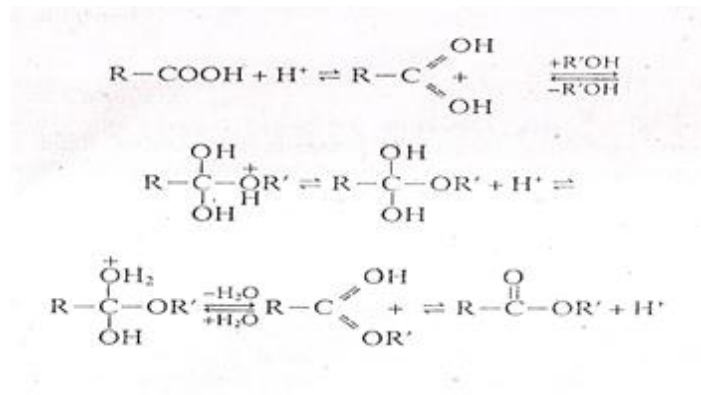
Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang bahan bakunya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Untuk memproduksi biodiesel yang kompetitif diperlukan bahan baku yang harganya murah dan pemakaiannya tidak bersaing dengan kebutuhan pokok manusia yang salah satunya adalah PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*).

Pembuatan biodiesel pada umumnya melalui proses esterifikasi, transesterifikasi dan esterifikasi-transesterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Esterifikasi biasanya dilakukan jika minyak yang diumpankan mengandung asam lemak bebas tinggi (>5%). Umumnya, proses esterifikasi menggunakan katalis asam. Asam-asam pekat seperti asam sulfat dan asam klorida adalah jenis asam yang sekarang ini banyak digunakan sebagai katalis (Hambali, 2007). Beberapa metode esterifikasi untuk menghasilkan biodiesel telah banyak digunakan.

Reaksi Esterifikasi :



Mekanisme reaksi esterifikasi dengan katalis asam adalah :



(Mc Ketta, 1978)

Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain:

a. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi makin baik sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Archenius :

$$k = A \times e^{(-E_a/RT)}$$

dimana :

T = Suhu absolut (K)

R = Konstanta gas umum (cal/gmol K)

- Ea = Tenaga aktivasi (cal/gmol)
- A = Faktor tumbukan (t-1)
- k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1)

Berdasarkan persamaan archenius dapat dilihat bahwa konstanta laju reaksi dipengaruhi oleh nilai A, E, dan T dimana semakin besar faktor tumbukan (A) maka konstanta laju reaksinya semakin besar. Nilai energi aktivasi (E) dipengaruhi oleh penggunaan katalis, adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi sehingga nilai k semakin besar. Semakin tinggi suhu (T) maka nilai k juga semakin besar. Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting.

c. Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Secara kinetika konsentrasi katalis yang semakin besar akan semakin menurunkan energy aktivasi sehingga reaksi berjalan lebih cepat.

d. Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga k semakin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

Chongkhong (2007) melangsungkan reaksi esterifikasi PFAD menggunakan katalis asam sulfat. Reaksi esterifikasi dilakukan secara batch pada rentang suhu reaksi 70 – 100°C, nisbah molar metanol/PFAD 0,4:1 – 12:1, jumlah asam sulfat 0 – 5,502% (berbasis PFAD) dan waktu reaksi 15-240 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa yield biodiesel dipengaruhi oleh suhu reaksi, nisbah molar metanol/PFAD dan waktu reaksi.

Debora (2008) melakukan reaksi esterifikasi dengan menggunakan zeolit sintesis Si/Al7 pada suhu reaksi 70°C dan nisbah molar PFAD-metanol 1:4. Jumlah katalis yang digunakan sebanyak 1,4% berat (berbasis PFAD). Pada penelitian ini didapatkan konversi tertinggi adalah sebesar 55%, sedangkan tanpa menggunakan katalis Si/Al7 hanya mendapatkan konversi tertinggi yaitu sebesar 2,12%.

Lenniasti (2008) melakukan reaksi esterifikasi asam lemak sawit distilat (PFAD) pada proses *batch* dengan menggunakan katalis Ni.Mo/Al₂O₃ pada suhu reaksi 70°C dan nisbah molar PFAD/Metanol 1:4, 1:5, 1:6, dan variasi jumlah katalis yang digunakan adalah 10% dan 15% berat (berbasis PFAD). Reaksi dilangsungkan selama 2 jam, dan menyimpulkan bahwa hasil konversi tertinggi sebesar 77.94 % pada nisbah molar 1:4 dan penggunaan katalis sebanyak 10% berat (berbasis PFAD). Sedangkan tanpa menggunakan katalis Ni.Mo/Al₂O₃ mendapatkan konversi tertinggi sebesar 2,12%.

Muhammed (2009) melakukan reaksi esterifikasi dengan perbandingan rasio antara H-Zeolit terhadap metanol sebesar 3-9 gram/l pada suhu antara 75-90°C dengan bahan baku berupa minyak goreng. Pada penelitian ini didapatkan hasil yang optimum pada perbandingan rasio H-Zeolit terhadap metanol 7 gram/l, dan menghasilkan konversi reaksi sebesar 90,3%.

Ramadhan (2010) mengkonversikan PFAD menjadi biodiesel dengan memvariasikan nisbah molar metanol/PFAD dan nisbah berat H-Zeolit/PFAD terhadap aktivitas katalis H-Zeolit. Suhu reaksi yang digunakan 70°C. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil bahwa perolehan biodiesel yang didapat pada nisbah molar PFAD/metanol 1:5 lebih banyak (86%) dari pada nisbah molar PFAD/metanol 1:6 dan 1:4.

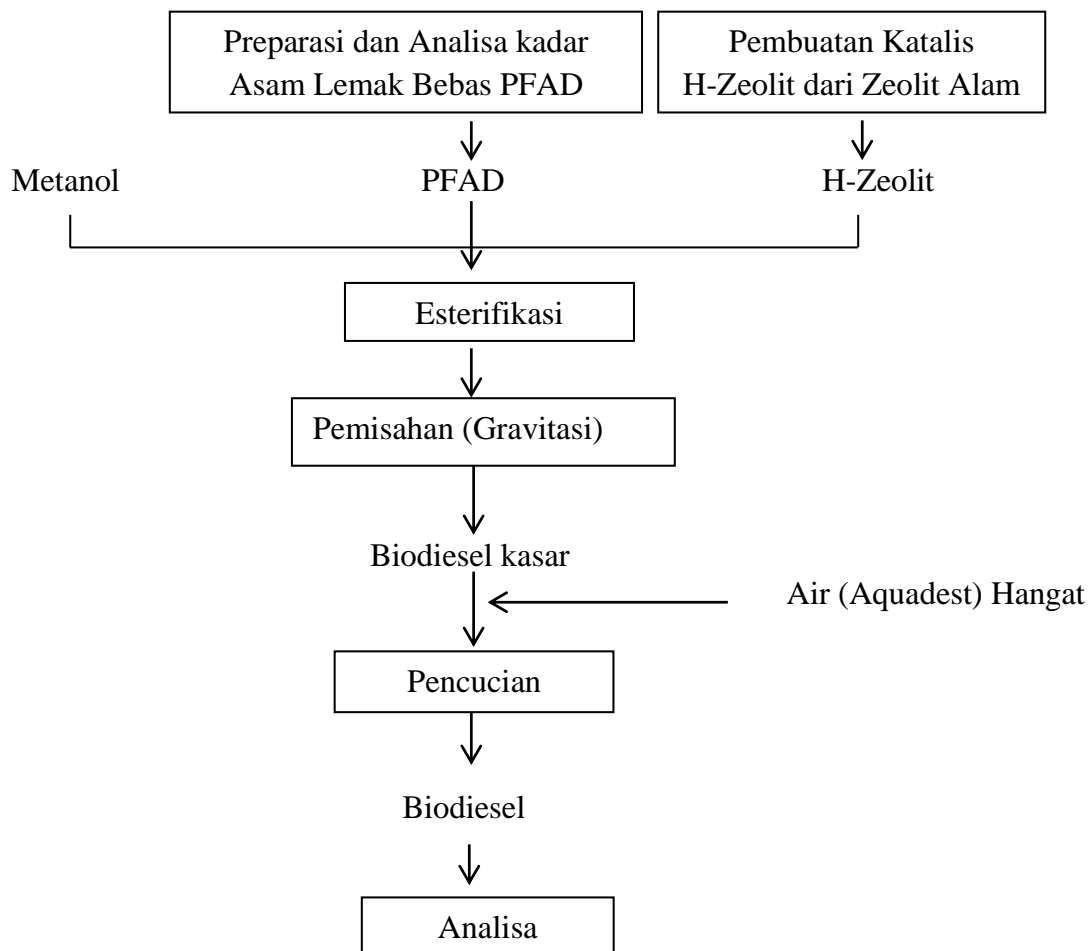
Mawardi (2012) mengkonversikan PFAD menjadi biodiesel dengan memvariasikan Suhu reaksi (70°C ; 75°C ; 80°C) dan waktu reaksi (60 menit; 90 menit; 120 menit) dengan nisbah nisbah molar PFAD : metanol 1 : 4 dan nisbah berat katalis H-zeolit terhadap PFAD sebesar 5% untuk mendapatkan konversi biodiesel. Dari hasil penelitian, konversi tertinggi terjadi pada suhu reaksi 70°C dengan waktu reaksi adalah 60 menit yaitu 32%.

Oleh karena itu, berdasarkan penelitian Ramadhan (2010) dan Mawardi (2011), maka dilakukan pengembangan penelitian untuk kepentingan komersialisasi dengan melakukan proses variasi antara suhu reaksi dan kecepatan pengadukan dengan menggunakan katalis H-zeolit yang dipreparasi dari zeolit alam.

Metodologi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah PFAD (*Palm Fatty Acid Destilate*, Metanol (99,9%), Etanol (95%), Kalium Hidroksida (KOH) 0,1 N, Indikator pp, Zeolit Alam, Ammonium Clorida (NH_4Cl) 1 N dan Aquadest. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Ketel dan pengaduk magnetic, Piknometer, Mantel pemanas, Kondensor, Corong pisah, Beaker glass, Erlenmeyer, Buret dan statif, Gelas ukur, Termometer, kertas saring, Viskometer Oswald dan alumunium foil.

Secara garis besar metodologi penelitian yang digunakan meliputi tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan biodiesel

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan katalis H-Zeolit.

Katalis H-zeolit dipreparasi dari zeolit alam melalui tahapan yang telah dikembangkan oleh Nasikin (2004) yaitu:

- 350 gram Zeolit Alam dimasukkan ke dalam labu leher tiga, lalu dicampurkan dengan NH_4Cl 1 N ke dalam labu yang telah berisi zeolit alam.
- Setelah kedua zat tersebut dimasukkan ke dalam labu, pengadukan dilakukan selama 50 jam dengan kecepatan pengadukan 500 rpm untuk menghasilkan NH_4 -zeolit. Proses pengadukan ini akan berjalan per 6 jam hingga mencapai 50 jam untuk menjaga kinerja mesin pengaduk tersebut.
- Setelah terjadi pengadukan selama 50 jam, zat yang ada didalam labu disaring dengan memakai kertas saring. Kemudian zat dicuci dengan aquades sampai pH mencapai 7 (untuk memisahkan unsur / senyawa pengotor yang ada di dalam zeolit).
- Setelah disaring, zeolit dimasukkan ke dalam furnace dan dibakar pada suhu $600\text{ }^\circ\text{C}$ selama 6 jam (untuk mengaktifasikan zeolit alam menjadi H-Zeolit) Proses ini dinamakan proses kalsinasi.

2. Persiapan bahan baku.

Dalam persiapan bahan baku, PFAD yang akan digunakan dicairkan dalam bejana dengan suhunya mencapai $70\text{ }^\circ\text{C}$. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan kotoran yang terdapat didalam PFAD tersebut berupa benda-benda padat yang tercampur selama proses pengambilan bahan baku dari sumber bahan baku.

3. Pembuatan Biodiesel dengan menggunakan reaksi esterifikasi.

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan metanol membentuk ester dan air. pada penelitian ini kita akan mereaksikan PFAD sebagai bahan baku dengan metanol, proses ini menggunakan katalis H-Zeolit. Suhu reaksi dan kecepatan pengadukan merupakan variabel pada penelitian ini, sedangkan nisbah molar PFAD/metanol adalah 1:5, waktu reaksinya 60 menit dan konsentrasi katalis adalah 15% (basis PFAD).

- Diambil 25 gram PFAD dan dimasukkan ke dalam labu yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik lalu dipanaskan di dalam ketel pemanas dengan suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$.
- Kemudian ditambahkan metanol 99.9%, dengan perbandingan mol PFAD : metanol yaitu 1 : 5 dan konsentrasi katalis H-zeolit 15 % dari sampel, sambil diaduk dengan pengaduk magnetic dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.
- Suhu reaksi dijaga tetap $60\text{ }^\circ\text{C}$ selama 60 menit dan campuran yang telah di reaksikan dituangkan dalam corong pisah.
- Campuran dipisahkan dengan didiamkan selama 12 jam (*settling*) sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas terdiri dari biodiesel kasar (biodiesel, PFAD, methanol sisa). Serta lapisan bawah terdiri dari air, metanol dan katalis. Setelah dilakukan pemisahan selama 12 jam selanjutnya *valve* corong pisah untuk mengeluarkan air, metanol dan katalis.
- Kemudian diambil lapisan biodiesel kasar yang diperoleh, lalu dicuci dengan menggunakan aquades hangat, lalu biodiesel dipisahkan (gunanya untuk memisahkan biodiesel yang diperoleh dengan metanol dan PFAD sisa reaksi).
- Kemudian diambil 5 gram biodiesel untuk dianalisa kadar ALB dan karakteristiknya.
- Pengulangan dilakukan untuk masing-masing variasi suhu reaksi ($65\text{ }^\circ\text{C}$; $70\text{ }^\circ\text{C}$) dan kecepatan pengadukan (200 rpm ; 300 rpm).

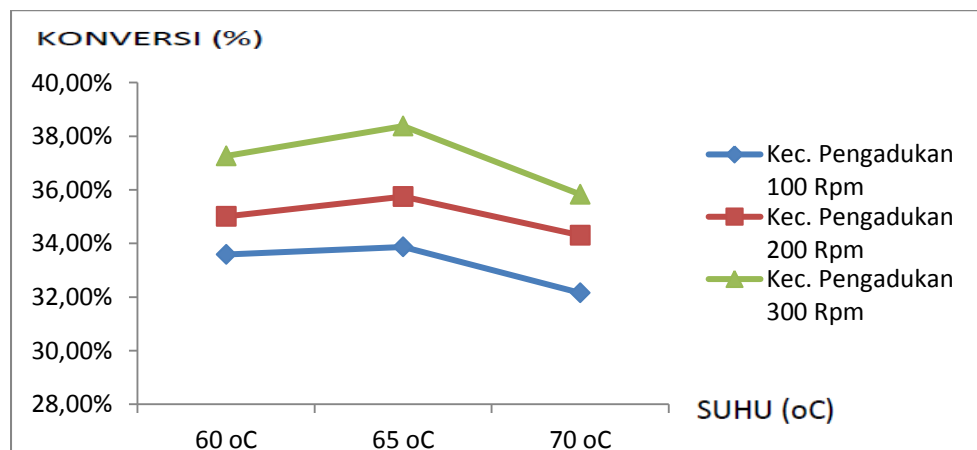
4. Analisa biodiesel.

Analisa yang akan dilakukan adalah analisa asam lemak bebas yang terdapat didalam biodiesel. Kemudian membandingkan karakteristik viskositas kinemetik, massa jenis (*densitas*), titik kabut (*cloud point*), titik nyala (*flash point*) dan angka setana (*cetana number*) dari biodiesel yang diperoleh.

Hasil dan Pembahasan

1. Pengaruh perubahan suhu reaksi terhadap konversi reaksi biodisel pada masing-masing kecepatan pengadukan

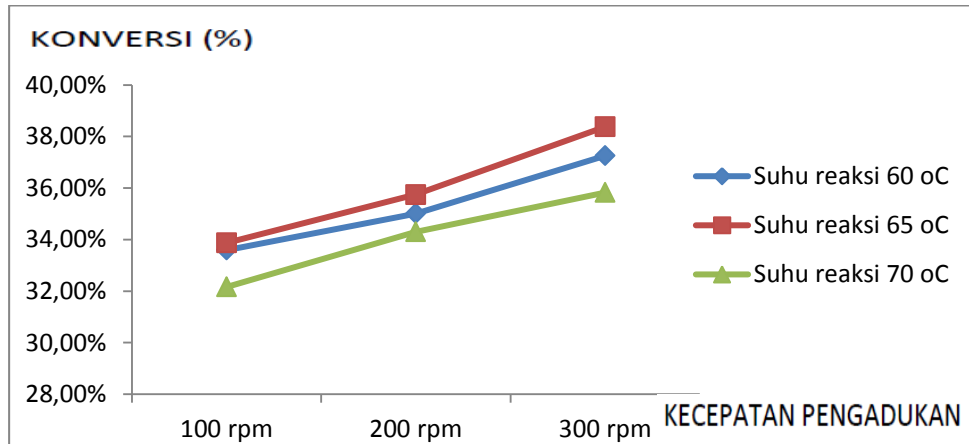
Dari hasil penelitian, konversi tertinggi terjadi pada suhu reaksi 65°C dengan kecepatan pengadukan adalah 300 rpm, dengan konversi biodiesel yang dihasilkan yaitu 38,37%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chongkong, dkk (2007) yaitu hasil konversi tertinggi konversi biodiesel didapatkan pada titik didih metanol yaitu $60-70^{\circ}\text{C}$. Tetapi pada suhu reaksi 70°C konversi biodiesel yang didapatkan mengalami penurunan, hal ini disebabkan metanol yang terdapat didalam reaksi semakin berkurang dikarenakan temperatur reaksi berada diatas titik didih metanol yaitu sebesar $64,5^{\circ}\text{C}$, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan yang berlebih selama reaksi berlangsung dan tidak memberikan hasil yang maksimal. Pengaruh perubahan suhu reaksi terhadap konversi biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pengaruh perubahan suhu reaksi terhadap konversi reaksi biodiesel pada masing-masing kecepatan pengadukan

2. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi biodisel pada masing-masing suhu reaksi

Dari hasil penelitian diketahui bahwa konversi tertinggi terjadi pada kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 65°C yaitu 38,37 %. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap konversi reaksi. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius yaitu 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 sempurna. pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi biodiesel pada masing-masing suhu reaksi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi biodiesel pada masing-masing suhu reaksi

Hasil Karakteristik Biodiesel

Biodiesel yang diperoleh dari PFAD ini kemudian dianalisa sifat kimianya diantaranya Viskositas kinematik, massa jenis (*densitas*), titik kabut (*Cloud Point*), titik nyala (*flash point*) dan angka setana (*cetane number*). Kemudian Hasil yang diperoleh ini dibandingkan dengan standar SNI biodiesel (SNI EB 020551) dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik-karakteristik biodiesel yang didapatkan

Parameter Suhu & Kec. Pengadukan	60 oC			65 oC			70 oC			Standar Biodiesel
	100 rpm	200 rpm	300 rpm	100 rpm	200 rpm	300 rpm	100 rpm	200 rpm	300 rpm	
Viskositas (mm ² /s)	5,297 mm ² /s	4,796 mm ² /s	4,341 mm ² /s	5,078 mm ² /s	4,686 mm ² /s	4,169 mm ² /s	5,376 mm ² /s	4,921 mm ² /s	4,608 mm ² /s	2,3 – 6,0 mm ² /s
Densitas g/ml	0,88 g/ml	0,87 g/ml	0,86 g/ml	0,88 g/ml	0,86 g/ml	0,85 g/ml	0,89 g/ml	0,87 g/ml	0,86 g/ml	0,85 – 0,89 g/ml
Titik kabut (°C)	17,5 °C	16,0 °C	15,4 °C	17,0 °C	15,8 °C	15,0 °C	18,0 °C	16,4 °C	15,6 °C	Maks.18 °C
Flash point (°C)	204 °C	199 °C	194 °C	201 °C	198 °C	192 °C	207 °C	200 °C	196 °C	Min.100 °C
Cetane Number	67	63	58	65	61	57	68	64	59	>51

1. Viskositas kinematik

Pada tabel 2 terlihat bahwa viskositas kinematik biodiesel tertinggi pada Suhu 70°C dan kecepatan pengadukan 100 rpm yakni sebesar 5,376 mm²/s, sedangkan viskositas kinematik biodiesel terendah pada waktu 65 menit dan kecepatan pengadukan 300 rpm yakni sebesar 4,169

mm²/s. Nilai diatas berada dalam range SNI yaitu 2,3 – 6,0 mm²/s. Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas dan tingginya kandungan asam tidak jenuh yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan. Viskositas kinematik akan semakin turun ketika terjadi peningkatan nilai ketidakjenuhan dari biodiesel (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

2. Massa Jenis (*Densitas*)

Pada tabel 2 terlihat densitas biodiesel yang paling besar terjadi pada suhu 70⁰C dan kecepatan pengadukan 100 rpm yaitu sebesar 0,89 g/ml, sedangkan densitas biodiesel yang paling rendah terjadi pada suhu 65⁰C dan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar 0,85 g/ml. Nilai diatas berada dalam range standar mutu biodiesel Indonesia yaitu 0,85-0,89 g/ml. Semakin tinggi konversi biodiesel maka densitas akan semakin rendah karena rantai karbon semakin pendek dan ikatan rangkap semakin sedikit. Nilai densitas biodiesel sangat ditentukan oleh kemurnian komponen metil ester dalam biodiesel (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

Menurut Prihandana dkk (2006), biodiesel yang menghasilkan massa jenis melebihi ketentuan akan menghasilkan reaksi pembakaran yang tidak sempurna. Sehingga akan meningkatkan emisi dan keausan mesin. dengan nilai viskositas 3,691 – 4,757 m²/s dan densitas 0,85 – 0,89 g/ml dapat dikatakan biodiesel ini mampu meningkatkan injektor mesin diesel dan atomisasi bahan bakar dengan baik.

3. Titik Kabut (*Cloud Point*)

Pada tabel 2 terlihat bahwa titik kabut biodiesel yang paling besar terjadi pada suhu 70⁰C dan kecepatan pengadukan 100 rpm yaitu sebesar 18⁰C, sedangkan titik kabut biodiesel yang paling rendah terjadi pada suhu 65⁰C dan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar 15⁰C. Nilai ini tidak melebihi standar mutu biodiesel Indonesia yaitu maksimal 18⁰C. Semakin tinggi konversi biodiesel maka titik kabut biodiesel akan semakin rendah karena ikatan karbonnya semakin pendek dan ikatannya tidak jenuh (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

4. Titik Nyala (*Flash Point*)

Pada tabel 2 terlihat bahwa titik nyala (Flash Point) biodiesel yang paling besar terjadi pada suhu 70⁰C dan kecepatan pengadukan 100 rpm yaitu sebesar 207⁰C, sedangkan titik nyala biodiesel yang paling rendah terjadi pada pada suhu 65⁰C dan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar 192⁰C. Nilai ini sesuai dengan standar mutu biodiesel Indonesia yaitu minimal 100⁰C. Semakin tinggi konversi biodiesel (kadar ALB rendah) maka titik nyala biodiesel akan semakin rendah karena kandungan fraksi ringan (residu alkohol) semakin tinggi, sehingga semakin rendah temperatur yang dibutuhkan untuk biodiesel bisa menyala (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

5. Angka Setana (*Cetane Number*)

Pada tabel 2 terlihat bahwa angka setana biodiesel yang paling rendah terjadi pada pada suhu 70⁰C dan kecepatan pengadukan 100 rpm yaitu sebesar 68, sedangkan angka setana biodiesel yang paling tinggi terjadi pada suhu 65⁰C dan kecepatan pengadukan 300 rpm yaitu sebesar 57. Nilai ini sesuai dengan standar mutu biodiesel Indonesia yaitu minimal 51. Semakin rendah komposisi kadar asam lemak bebas maka angka setana biodiesel akan semakin rendah karena ikatan rantai karbon semakin pendek dan ikatannya semakin tidak jenuh (Mittelbach dan Remschmidt, 2006).

Kesimpulan

1. Biodiesel dapat dibuat dari PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) dengan menggunakan proses esterifikasi.
2. Perubahan suhu reaksi berpengaruh terhadap konversi reaksi, semakin tinggi suhu reaksi maka konversi biodiesel yang dihasilkan semakin meningkat. Namun, apabila penambahan suhu reaksi melebihi titik didih alkohol (metanol) maka dengan bertambahnya suhu reaksi akan menyebabkan penurunan konversi, hal ini disebabkan metanol yang terdapat didalam reaksi semakin berkurang dikarenakan temperatur reaksi berada diatas titik didih metanol yaitu sebesar $64,5^{\circ}\text{C}$, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan yang berlebih selama reaksi berlangsung dan tidak memberikan hasil yang maksimal.
3. Perubahan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap konversi reaksi. Semakin tinggi (naik) kecepatan pengadukan maka konversi reaksi akan semakin meningkat.
4. Konversi biodiesel yang dihasilkan menunjukkan bahwa karakteristik viskositas kinematik, massa jenis (*densitas*), titik kabut (*cloud point*), titik nyala (*flash point*) dan angka setana (*cetane number*) sesuai dengan standar SNI EB 020551 Biodiesel

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kondisi optimum pembuatan biodiesel dari asam lemak sawit distilat.
2. Sebaiknya dilakukan analisis/perhitungan terhadap parameter-parameter yang lainnya untuk mengukur nilai bakar biodiesel, agar diketahui karakteristik biodiesel secara lengkap.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Azam, M., Waris, M., Nahar, N. (2005), "Prospect and potential Of Fatty Acid Metgyl Ester Of Some Non-traditional Seed Oils For Use As Biodiesel In India", *Biomass dan Bioenergy* 29:293-302.
- Bell, R. G. (2001), What Are Zeolites? URL : <http://www.bza.org/zeolites.html>.
- Debora, P., Zahrina, I.,Yeni, E. (2008), "Konversi Asam Lemak Sawit Distilat Menjadi Biodiesel dengan menggunakan Zeolit sintesis Si/Al7", Prosiding SNTK TOPI, Pekanbaru.
- Fogler, H., Scott. (1991), "Elements of Chemical Reaction Engineering", University of Michigan, USA.
- Fogler, H., Scott. (1999), "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Series, 3rd edition.
- Handoko, D.S.P. (2002), "Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam", *Jurnal Ilmu Alam*, Vol. 3 No. 1, 15-23.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/katalis> (20 April 2008).
- <http://www.bza.org/zeolites.html>
- <http://tfugm.wordpress.com>, (2002), "Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan dan Konservasi Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral".

- Hui, Y. H. (1996), "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", Industrial and Consumer Non edible products from Oils and Fats, vol 5, 5th ed, John Wiley & Sons, New York.
- Ketaren, S. (2005), "Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan", Penerbit UI Press, Jakarta.
- Ketta, MC. (1978), "Encyclopedia of Chemical Processing and Design, Vol.1, Marcel Dekker, New York.
- Laz. (2005), "Potensi Zeolit Untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif", Pusat Pengembangan Pengolahan Limbah Radioaktif, Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- Mawardi. (2011), "Konversi PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Menjadi Biodiesel Dengan Menggunakan Katalis H-Zeolit", Universitas Riau, Pekanbaru.
- Mittlebach, M., Remschmidt. (2004), "Biodiesel The Comprehensive Handbook", Boersdruck Ges m.b.H, Vienna, Austria.
- Muhammed, F. (2009) "Biodiesel dari lemak ayam dengan menggunakan katalis H-Zeolit", US Patent 20090038209.
- Mustahin. (1997), "Konversi Zeolit Alam Menjadi ZSM-5", *master theses from JBPTITBPP*, ITB, Bandung.
- Nasikin, M, Wahid, A. (2005), "Perengkahan Metil Ester menjadi Biogasoline dengan Katalis Zeolite Alam", Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Nasikin, M, Wahid, A., Iswara, G. (2006), "Perengkahan Katalitik Fasa Cair Minyak Sawit Menjadi Biogasoline", Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Palembang.
- Prihandana, R. Hendroko, R., dan Nuraimin. (2006), "Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM", Agromedia, Jakarta.
- Ramadhan, W., dkk (2010), "Konversi PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) Menjadi Biodiesel", Universitas Riau, Pekanbaru.
- Saputra, E., Utama, P.S., Martin, A., Supranto., (2006), "Pembuatan Silica Presipati (Industri Grade Silica) Dari Fly Ash Sawit Limbah Padat Industri Minyak Sawit", Laporan Hibah, Pekanbaru.
- S. Chongkhong, C., Tongurai, P., Chetpattananondh, C., Bunyakan. (2007), "Biodiesel production by esterification of palm fatty acid distillate", Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, HatYai, Songkhla 90112, Thailand.
- Soerawidjaja, T.H., Tahar U.W., Prakoso, T., Reksowardojo, I.K., Permana, K.S., (2005), "Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia, Kajian Kebijakan & Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel", Menristik, MAKSI, SEAFast Center, IPB.
- Sujarwadi. (1997), "Sekilas tentang Zeolit", Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Twaiq, F.A., Zabidi, N.A.M., Bhatia, S., (1999), "Catalytic Conversion Palm Oil to Hydrocarbons: Performance of Various Zeolite Catalysts", *Ind. Eng.Chem. Res.* 38 pp 3230-3237.
- Widayat., Buchori, L., (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.
- Zahrina, I., Saputra, E., dan Evelyn. (2006), "Sintesis ZSM-5 Tanpa Templat Menggunakan Abu Sawit Sebagai Sumber Silika", HEDS Seminar On Science and Technology, Jakarta.