

PRODUKSI BIODIESEL DARI CPO DENGAN PROSES ESTERIFIKASI DENGAN KATALIS H_2SO_4 DAN TRANSESTERIFIKASI DENGAN KATALIS CaO DARI CANGKANG KERANG DARAH

Tengku Ryhaan Permata Sari Devi¹, Nurhayati², Amilia Linggawati²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Fisika Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

tengkuryhaan72@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is one of alternative fuel to replace diesel that was derived from petroleum. The objective of this research is to optimize biodiesel production from CPO raw material through esterification reaction catalyzed with H_2SO_4 and transesterification catalyzed with CaO originally from blood cockle. The esterification reaction was carried out with the weight variation of the catalyst and mol ratio of oil to methanol. Before performing biodiesel synthesis the water content and free fatty acid (FFA) were determined. Water content obtained was 0,4% and FFA was 5,0187%. The maximum biodiesel produced was 77,93% that was obtained from reaction by 2%wt H_2SO_4 catalyst with mol ratio of oil to methanol 1:24.

Keywords: biodiesel, crude palm oil, esterification reaction, H_2SO_4 catalyst, blood cockle

ABSTRAK

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi biodiesel dari bahan baku CPO melalui reaksi esterifikasi dengan katalis H_2SO_4 dan reaksi transesterifikasi dengan katalis CaO dari cangkang kerang darah. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan variasi berat katalis H_2SO_4 dan rasio mol minyak: metanol. Sebelum dilakukan sintesis biodiesel kandungan air dan asam lemak bebas (ALB) ditentukan. Kandungan air yang diperoleh sebesar 0,4% dan ALB sebesar 5,0187%. Hasil biodiesel maksimum yang diperoleh sebesar 77,93% pada 2%berat katalis H_2SO_4 dengan rasio mol minyak: metanol yaitu 1:24.

Kata kunci: biodiesel, *crude palm oil*, reaksi esterifikasi, katalis H_2SO_4 , cangkang kerang darah

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan salah satu sumber alternatif untuk menggantikan bahan bakar diesel yang berasal dari minyak bumi. Pengembangan biodiesel berdampak positif bagi lingkungan. Biodiesel memiliki keunggulan antara lain dapat menekan polusi, meningkatkan efisiensi mesin, tidak mengandung toksin atau racun dan dapat dioperasikan pada musim dingin ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Erningpraja dan Dradjat, 2006).

Bahan baku untuk memproduksi biodiesel biasanya berasal dari minyak nabati. Minyak nabati yang sering digunakan seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak kedelai serta minyak nyamplung. Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit terbesar di Asia Tenggara. Dua persen dari konsumsi minyak diesel pada tahun 2007 berasal dari biodiesel minyak kelapa sawit (CPO) dan minyak jarak (Hasan, 2014). Semakin meningkatnya jumlah produksi CPO maka semakin besar pula konsumsi CPO di Indonesia. Menurut GAPKI pada tahun 2013 jumlah yang telah di ekspor mencapai 18 juta ton dan sisanya sekitar 8 juta ton (Pratama, 2013).

CPO mengandung asam lemak bebas yang relatif tinggi berkisar 3-5%. Pada pembuatan biodiesel yang menggunakan CPO diperlukan tahapan esterifikasi. Tahapan esterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebasnya harus kecil dari 2% (Kurniasih, 2013). Tahap esterifikasi memerlukan katalis asam seperti H_2SO_4 dalam reaksinya.

Tahapan transesterifikasi merupakan proses pembentukan biodiesel dari trigliserida dengan metanol menggunakan katalis basa. Katalis heterogen merupakan alternatif

lain yang dapat digunakan untuk pembuatan biodiesel ini. Salah satu contoh katalis heterogen yang dapat digunakan seperti CaO. Asnibar (2014) menggunakan minyak goreng bekas dengan katalis CaO dari cangkang kerang darah pada suhu kalsinasi $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam, rasio mol minyak: metanol 1:6, berat katalis 6%, temperatur reaksi $60 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ diperoleh hasil produksi biodiesel sebesar 70,20%.

Cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) memiliki kandungan mineral yang tinggi yakni kalsium karbonat (CaCO_3) dan berpotensi sebagai sumber katalis heterogen untuk produksi biodiesel. Cangkang kerang darah diubah menjadi serbuk dan terurai menjadi CaO melalui proses kalsinasi. Kalsinasi dilakukan untuk menguraikan CaCO_3 yang terdapat pada cangkang kerang darah menjadi CaO. Menurut Asnibar (2014) komposisi cangkang kerang dikalsinasi pada suhu $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam memiliki kadar CaO yang tinggi yaitu sebesar 99,14 dari % berat. Cangkang kerang darah sebagai katalis memiliki keuntungan mudah didapat, murah dan dapat mengurangi permasalahan limbah yang ada.

Bahan baku yang digunakan dalam produksi biodiesel adalah CPO dan metanol sebagai sumber alkohol. Biodiesel dibuat melalui reaksi esterifikasi dengan menggunakan katalis H_2SO_4 dan reaksi transesterifikasi menggunakan katalis CaO dari cangkang kerang darah yang merujuk pada penelitian Asnibar (2014) untuk mendapatkan hasil biodiesel yang maksimal.

METODE PENELITIAN

a. Pemurnian CPO

Pada penelitian ini minyak kelapa sawit mentah terlebih dahulu disaring untuk memisahkan kotorannya sebelum dilakukan proses esterifikasi. Sampel ditimbang 200 g dan akuades sebanyak 200 g dipanaskan pada suhu 50 °C. Sampel dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan dengan akuades (suhu 50 °C) dan dihomogenkan. Sampel didiamkan lebih kurang sehari sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan bawah berupa air dan lapisan atas berupa CPO yang telah dicuci. CPO yang telah dicuci, ditimbang sebanyak 100 g dan dipanaskan pada suhu 105 °C selama ±1 jam untuk menghilangkan kadar air.

b. Penentuan ALB dari CPO

Penentuan ALB dari CPO yaitu dengan cara menimbang 20 g CPO dan dipanaskan pada suhu 60 °C di dalam Erlenmeyer 250 mL. Sampel CPO yang telah dipanaskan kemudian ditambahkan 50 mL isopropil alkohol yang telah dipanaskan pada suhu 50-60 °C ke dalam erlenmeyer tersebut. Campuran dikocok dan ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein hingga homogen. Setelah itu titrasi dengan larutan KOH 0,1 N (yang telah distandarisasi) sampai berwarna merah muda. Volume titran yang terpakai dicatat (V mL).

Jumlah asam lemak bebas dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% FFA = \frac{(ml \times N) KOH \times 256}{gr \text{ sampel} \times 1000} \times 100\% \dots (1)$$

c. Penentuan kandungan air pada CPO

Cawan porselin dibersihkan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang sampai beratnya konstan. Selanjutnya, ditimbang 10 g minyak dan panaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Cawan tersebut kemudian dibiarkan dalam desikator pada suhu kamar, lalu ditimbang sampai beratnya konstan.

Kandungan air sampel ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kandungan air (\%)} = \frac{a-b}{\text{sampel (g)}} \times 100\% \dots (2)$$

Keterangan:

a = berat cawan porselin dan sampel sebelum pemanasan (g)

b = berat cawan porselin dan sampel sesudah pemanasan (g)

d. Sintesis biodiesel

Sintesis biodiesel dilakukan dengan menggunakan dua tahapan reaksi yaitu tahapan esterifikasi dan tahapan transesterifikasi. Pada tahapan esterifikasi dilakukan dengan cara CPO sebanyak 100 g dipanaskan pada suhu 105 °C selama ±1 jam. Suhu CPO diturunkan menjadi 50 °C. Campuran katalis H₂SO₄ dan metanol ditambahkan kedalam CPO, lalu direfluks sambil diaduk dengan stirrer pada suhu 70 °C selama 3 jam. Setelah bereaksi, campuran dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dicuci dengan air hangat. Air cucian bagian bawah dibuang dan bagian atas digunakan kembali untuk dilanjutkan ketahapan transesterifikasi. Pengulangan perlakuan dilakukan untuk

variasi berat katalis (1, 2 dan 3 g) dan rasio mol minyak:metanol (1:6; 1: 12; 1:18; 1:24 dan 1: 30).

Pada tahapan transesterifikasi menggunakan metoda yang dilakukan oleh Utami (2013). Pada tahapan ini, hasil dari tahapan esterifikasi yang telah dicuci lalu dipanaskan pada temperatur 105 °C selama \pm 1 jam. Kemudian suhu hasil esterifikasi diturunkan menjadi 50 °C. Pada tempat terpisah, katalis sebanyak 4 g ditambahkan minyak dan metanol dengan komposisi 1:6. Campuran direfluks sambil diaduk dengan pengaduk magnetik pada suhu 60 °C selama \pm 1 jam. Hasil esterifikasi yang telah diturunkan suhunya menjadi 50 °C ditambahkan kedalam campuran katalis dan metanol pada suhu 60 \pm 2 °C dan diaduk selama 3 jam. Setelah bereaksi, campuran dimasukkan ke dalam corong pemisah dan didiamkan selama satu malam sehingga akan terbentuk dua lapisan. Lapisan atas berupa biodiesel dan lapisan bawah berupa gliserol. Kedua lapisan lalu dipisahkan. Lapisan biodiesel mentah yang terbentuk dicuci dengan akuades suhu 50 °C. Campuran didiamkan kembali selama satu malam hingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan atas berupa biodiesel, lapisan tengah berupa sabun dan lapisan bawah berupa air. Lapisan biodiesel yang terbentuk diambil untuk dikarakterisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil penentuan kandungan air dan ALB dari CPO

Hasil produksi biodiesel sangat ditentukan dari besarnya kandungan air dan asam lemak bebas dari bahan baku yang digunakan. Jika suatu sampel memiliki kandungan air dan asam lemak bebas tinggi direaksikan dengan katalis basa maka akan terbentuk emulsi karena

asam lemak bebas yang tinggi dan menyebabkan terbentuknya sabun (proses saponifikasi) (Ketaren, 1986). Oleh karena itu, perlu dilakukan proses esterifikasi untuk merubah asam lemak bebas menjadi metil ester sebelum dilakukan proses transesterifikasi.

Pada Tabel 1 dilihat bahwa CPO memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi sebesar 5,0187%. Tahapan esterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebasnya harus kecil dari 2%. Pada tahapan esterifikasi asam lemak bebas dikonversikan menjadi metil ester. Setelah dilakukan tahapan esterifikasi diperoleh kandungan asam lemak bebas sebesar 0,9528 %. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metil ester yang terbentuk dapat dilanjutkan ketahapan transesterifikasi.

Kandungan air pada CPO sebelum dilakukan tahapan esterifikasi sebesar 0,4%. Setelah dilakukan tahapan esterifikasi, kandungan air yang diperoleh sebesar 0,0516%. Kandungan air yang tinggi dalam reaksi dapat menyebabkan terbentuknya emulsi sehingga jika reaksi pembentukan biodiesel dilanjutkan ketahapan transesterifikasi maka akan terbentuk banyak sabun (reaksi saponifikasi). Oleh karena itu, sebelum dilakukan tahapan esterifikasi dan transesterifikasi kandungan air tersebut harus diturunkan dengan cara mendidihkannya di atas titik didih air pada suhu 105 °C selama \pm 1 jam.

Tabel 1. Hasil Penentuan Kandungan Air dan ALB dari CPO

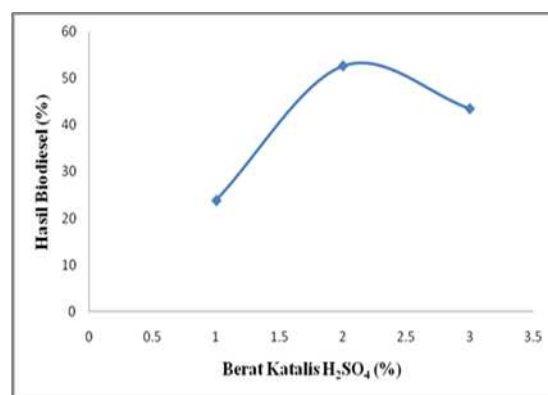
No	Parameter	Sebelum Esterifikasi		Setelah Esterifikasi		
		sebelum dicuci (%)	setelah dicuci (%)	sebelum dicuci (%)	setelah dicuci (%)	setelah dipanaskan (%)
1	Kandungan asam lemak bebas	5,0187	5,586	0,9528	1,1973	1,5728
2	Kandungan Air	0,4	0,37	0,0516	0,1696	0,0020

1. Hasil biodiesel dengan variasi reaksi esterifikasi

Pada reaksi esterifikasi digunakan variasi berat katalis H_2SO_4 (1, 2 dan 3 g) dan variasi rasio mol minyak : metanol (1:6, 1:12, 1:18, 1:24 dan 1:30) untuk produksi biodiesel.

a. Pengaruh variasi berat katalis H_2SO_4

Pada pembuatan biodiesel yang menggunakan CPO diperlukan tahapan esterifikasi. Tahapan esterifikasi memerlukan katalis asam seperti H_2SO_4 dalam reaksinya. Tahapan esterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebasnya harus kecil dari 2% (Kurniasih, 2008).



Gambar 1. Grafik pengaruh variasi berat katalis H_2SO_4 pada hasil biodiesel

Berdasarkan Tabel 1 CPO mengandung asam lemak bebas yang relatif tinggi, yaitu 5,0187%. Pada penelitian ini, variasi berat katalis H_2SO_4 yang digunakan adalah 1, 2, dan 3 g dengan rasio mol minyak: metanol 1:6 pada suhu $70\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam. Pada Gambar 1 hasil perolehan biodiesel maksimum pada berat katalis 2% sebesar 60,99%. Pada berat katalis 1 hingga 2 g mengalami peningkatan hasil biodiesel, sedangkan pada berat katalis 3 g mengalami penurunan. Jika berat katalis yang digunakan melebihi kondisi optimum, maka konversi biodiesel yang

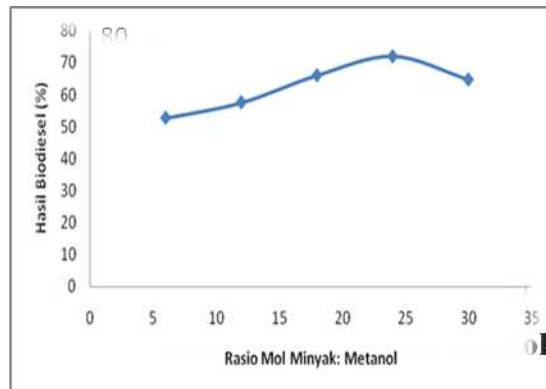
dihasilkan akan menurun. Pada tahapan esterifikasi, katalis asam dengan cepat mengkonversi asam lemak bebas menjadi metil ester dan air. Jumlah katalis asam yang digunakan sangat mempengaruhi kandungan asam lemak bebas yang bereaksi dengan metanol membentuk metil ester dan air (Arita, 2008).

b. Penggunaan variasi rasio mol minyak : metanol

Pada pembuatan biodiesel digunakan metanol berlebih supaya minyak atau lemak yang digunakan terkonversi secara total membentuk ester. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan konsentrasi metanol, maka dilakukan variasi molar metanol terhadap minyak yaitu 1:6; 1:12; 1:18; 1:24 dan 1:30 dengan berat katalis H_2SO_4 2%. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil biodiesel tertinggi diperoleh pada rasio mol 1:24 sebesar 67,41%. Hal ini disebabkan karena asam lemak bebas telah habis bereaksi dengan metanol sehingga jika lebih dari kondisi optimum tidak ada lagi asam lemak bebas yang dapat bereaksi dengan metanol. Oleh karena itu, metanol yang tersisa lebih banyak dan biodiesel yang dihasilkan sedikit (Zahriyah, 2009).

Menurut Syah (2006), jika konsentrasi metanol ditingkatkan atau dikurangi dari kondisi optimum maka tidak ada peningkatan yang berarti dalam produksi biodiesel tetapi kelebihan atau kekurangan metanol mengakibatkan terjadinya peningkatan pembentukan gliserol dan sabun. Sintesis biodiesel menggunakan rasio mol minyak: metanol 1:24 pada bahan baku minyak jelantah telah dilaporkan oleh Zahriyah (2009)

mendapatkan hasil biodiesel sebesar 74,02% .



Gambar 2. Grafik pengaruh variasi rasio mol minyak : metanol pada hasil biodiesel

KESIMPULAN

Biodiesel dapat diproduksi dari bahan baku *Crude Palm Oil* (CPO) melalui tahapan reaksi esterifikasi dengan katalis H_2SO_4 dan transesterifikasi dengan katalis CaO dari cangkang kerang darah pada suhu kalsinasi $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam. Kandungan ALB CPO sebesar 5,0187% dan setelah dilakukan tahapan esterifikasi kandungan ALB berkurang menjadi 0,9528%. Hasil biodiesel optimum diperoleh sebesar 67,41% pada berat katalis H_2SO_4 2 g dengan rasio mol minyak: metanol 1:24 selama 3 jam pada suhu $65\text{ }^{\circ}\text{C}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepada Laboratorium Riset Sains Material yang telah menyediakan fasilitas untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arita, S., Dara, M. B., dan Prawan, J. 2008. Pembuatan Metil Ester Asam Lemak dari CPO *Off Grade* dengan Metode Esterifikasi- Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 18 (2) : 34-43.
- Asbinar, S. 2014. Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Untuk Produksi Biodiesel Dengan Katalis CaO Dari Limbah Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Kalsinasi 800 °C. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Dogra, S.K. dan S. Dogra. 1990. *Kimia Fisik dan Soal-soal*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Erningpraja, L dan Dradjat, B. 2006. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. ISSN 0216-4427. 28 (3).
- Hasan, F. 2014. *GAPKI Perkiraan Produksi CPO Indonesia Tahun Ini Tembus 28 Juta Ton*. Jaring News, Jakarta.
- Hikmah, M.N., dan Zuliyana. 2010. Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Kurniasih, E. 2013. Produksi Biodiesel Dari *Crude Palm Oil* Melalui Reaksi Dua Tahap. *Laporan Hasil Penelitian*. Program Studi Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh.
- Pratama, A. F. 2013. GAPKI : Sisa Ekspor CPO Digunakan Untuk Bio Diesel. *Tribunnews.com*, Jakarta.
- Syah, A.N.A. 2006. *Mengenal Lebih Dekat Biodiesel Jarak Pagar Bahan Bakar Alternatif Yang Ramah Lingkungan*. Agromedia, Jakarta.
- Utami, W. 2013. Sintesis Biodiesel menggunakan Katalis yang Bersumber dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Zakaria, S. 2014. *Pembangunan Kilang Minyak Jadi "Anak Tiri" Kedua Capres-Cawapres*. Okezone, Jakarta

