

TRANSESTERIFIKASI MINYAK KELAPA MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALIS CAO DAN PENERAPAN BIODIESEL (B40) PADA ALAT FOGGING

Maria Stefani Bethan*, Edy Supriyo

Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275
mariastefani08@gmail.com

ABSTRACT

Biodiesel is a renewable fuel from a transesterification reaction in which triglycerides are converted into FAME with alcohol. Previous research proved that coconut oil can be used as biodiesel. This study aimed to determine the effect of temperature (40-60°C), catalyst concentration of CaO 2-5%w/w and methanol (20-40%w/w) on the yield of biodiesel produced. The yield were then compared with the biodiesel specification from Pertamina, i.e. density, viscosity, acid number, flash point and cetane number. The result of present work showed that the transesterification reaction between coconut oil and methanol with CaO catalyst have got a reaction conversion of 75% at 60°C, for 2 hours. For producing biodiesel, the optimum conditions were achieved when using methanol 20% w/w and a concentration of CaO 2% w/w. The specification biodiesel were as followed: density 836 kg/m³, viscosity 3.09 mm²/sec, acid number 0.37 mgKOH/gr, flash point 62°C, and Cetane value 50.5. In the application, biodiesel (B40) from coconut oil on a fogging machine with a noise of 81.5 dB.

Keywords: biodiesel; transesterification; coconut oil

PENDAHULUAN

Penurunan cadangan minyak bumi di dunia dari tahun ke tahun mengalami penurunan, yang memberikan dampak kenaikan harga untuk bahan bakar fosil dan turunannya. Sedangkan penggunaan minyak bumi sendiri masih terbilang besar dan mengalami kenaikan setiap tahunnya [1]. Selain menipisnya cadangan minyak bumi, emisi gas buang dari bahan bakar fosil menyebabkan efek gas rumah kaca yang menjadi sumber mendasar dari pemanasan global [2]. Banyak upaya dalam mencari bahan bakar terbarukan sebagai pengganti minyak bumi seperti karbohidrat diubah menjadi bioethanol, minyak nabati yang diubah menjadi biodiesel dan bagian dari tanaman (kulit buah nanas, bonggol jagung, dan lain-lain) sebagai bahan baku pembuatan biogas, bio-oil bahkan biobriket. Bahan bakar terbarukan tersebutlah yang dapat menggantikan batu bara dan minyak bumi. [3]. Namun beberapa bahan bakar terbarukan memiliki kekurangan seperti biobriket yang menghasilkan asap yang berbahaya dan efisiensi rendah, biogas memerlukan biaya yang tinggi untuk instalasinya dan tidak dapat dikemas dalam tabung kecil, dan bioethanol mesin kendaraan sulit untuk dihidupkan saat mesin dingin. Keuntungan dari penggunaan biodiesel dibandingkan dengan petrodiesel, baik campuran 20% biodiesel dengan 80% petroleum diesel maupun murni biodiesel adalah bahan baku dapat diperbaharui dan dapat digunakan pada kebanyakan mesin diesel tanpa modifikasi. Biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan karena dapat terurai di alam, non toksik, efisiensi tinggi, emisi buang kecil, serta kandungan sulfur dan aromatik rendah [4]. Berdasarkan kekurangan bahan bakar fosil yang telah dipaparkan, maka biodiesel lebih menguntungkan.

Indonesia sebagai negara yang kaya akan Sumber Daya Alam (SDA) memiliki banyak bahan yang dapat diolah menjadi biodiesel. Namun bahan yang berpotensi besar dalam pembuatan biodiesel di Indonesia adalah minyak kelapa. Selain itu Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa terbesar di dunia dengan total produksi mencapai lebih dari 85% total dunia, sehingga sangat mendukung dalam mengembangkan produk biodiesel dari minyak kelapa [5]. Banyak penelitian pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dengan berbagai perlakuan menghasilkan rata-rata diatas 89,55 % [6].

Selama ini dalam pembuatan biodiesel sering menggunakan katalis basa seperti NaOH dan KOH dalam reaksi Transesterifikasi [7]. Penggunaan katalis basa dalam pembuatan biodiesel memiliki kelemahan karena terbentuknya sabun saat proses berlangsung, hal ini menyebabkan pembentukan metil ester sedikit [8]. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini katalis CaO dipilih sebagai katalis dengan berbagai pertimbangan yaitu dengan menggunakan CaO sebagai katalis dapat mencegah terjadinya reaksi penyabunan selama proses berlangsung, katalis mudah dipisahkan menggunakan proses calsinasi sederhana, lebih ramah tidak beracun dan tidak korosif [9].

Dengan pertimbangan tersebut maka dalam penelitian ini, akan meneliti konversi reaksi dan yield pada transesterifikasi minyak kelapa dan methanol dengan katalis CaO. Sedangkan tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu, konsentrasi katalis CaO dan methanol terhadap konversi reaksi dan yield yang didapat. Biodiesel yang didapat dibandingkan spesifikasinya dengan biosolar dari Pertamina.

METODE PENELITIAN

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa baru, methanol teknis dan CaO.

Penelitian dilaksanakan dengan Variabel tetap waktu reaksi 2 jam, Kecepatan pegaduk 500 rpm, sedang variable berubah suhu (40°C dan (60°C), konsentrasi katalis (2 dan 5 % b/b), dan methanol (20

dan 40 % b/b). Dengan menggunakan metode *factorial design*. Dengan 3 variabel berubah: T (suhu) , C (konsentrasi katalis), dan bahan (berat metanol) akan diuji pada 2 level, maka akan dibutuhkan $2 \times 2 \times 2 = 8$ run, dengan rancangan percobaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan Percobaan Metode Factorial Design

Run	Variabel Berubah			Interaksi			Yield	
	T	C	m	TC	Tm	Cm		TCm
1	-	-	-	+	+	+	-	A1
2	+	-	-	-	-	+	+	A2
3	-	+	-	-	+	-	+	A3
4	+	+	-	+	-	-	-	A4
5	-	-	+	+	-	-	+	A5
6	+	-	+	-	+	-	-	A6
7	-	+	+	-	-	+	-	A7
8	+	+	+	+	+	+	+	A8

Proses pembuatan biodiesel dengan cara menambahkan methanol kedalam minyak kelapa 800 gr ditambah dengan metanol (20 dan 60) % berat, diaduk pada temperatur (40 dan 60) °C. Selanjutnya katalis CaO (2 dan 5) % b/b berat ditambahkan ke dalam campuran metanol dan minyak goreng. Diaduk selama 2 jam dengan pengadukan (600 rpm). Setelah reaksi selesai, masukan ke dalam corong pemisah untuk memisahkan katalis. Filtrat diamkan selama 24 jam sampai membentuk dua lapisan. Lapisan gliserol di bagian bawah dibuang dan lapisan metil ester di bagian atas kemudian ditambahkan air hangat bersuhu 80°C. Air dan sisa gliserol di bagian bawah kemudian dibuang. Pencucian diulang 2-3 kali dengan air hangat bersuhu 60°C - 80°C hingga air buangan jernih.

Metil ester dipanaskan pada suhu 120°C selama 30 menit untuk menurunkan kadar airnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode *factorial design* dengan kondisi transesterifikasi yang yang berbeda, dengan metode ini hanya membutuhkan jumlah run yang sedikit untuk mengetahui efek-efek pada variabel proses yang digunakan dan kondisi optimum yang diperoleh lebih tepat karena mengikut sertakan faktor interaksinya. Pada penelitian ini menggunakan tiga variabel proses, yaitu suhu (T), konsentrasi katalis (C) dan %berat metanol (m) dengan dua level yang menghasilkan berat biodiesel dari minyak kelapa sit dengan jumlah yang berbeda sebagai responnya disajikan dalam Tabel 2.

Pada Table 2. menunjukkan bahwa volume minyak dan yield biodiesel yang dihasilkan memiliki nilai sesuai, Proses transesterifikasi dengan waktu 2 jam dan suhu 60 °C pada level atas (+) menghasilkan konversi dan yield minyak yang lebih banyak, sedangkan level bawah (-) pada suhu 40 °C. Untuk melakukan optimasi dalam penelitian ini perlu diketahui variabel proses yang sangat berpengaruh.

Tabel 2. Hasil Biodiesel Minyak Kelapa dengan Variasi Kondisi Transesterifikasi

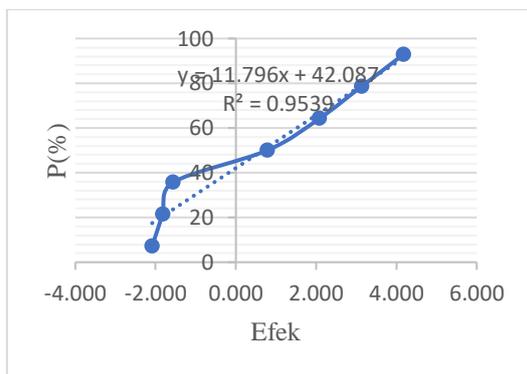
Run	Variabel Berubah			Interaksi			Volume Minyak (ml)	Yield (%)	
	T	C	m	TC	Tm	Cm			TCm
1	40	2%	20%	+	+	+	-	307	80,10
2	60	2%	20%	-	-	+	+	345	89,99
3	40	5%	20%	-	+	-	+	302	78,78
4	60	5%	20%	+	-	-	-	312	81,39
5	40	2%	50%	+	-	-	+	314	81,90
6	60	2%	50%	-	+	-	-	320	83,47
7	40	5%	50%	-	-	+	-	317	82,69
8	60	5%	50%	+	+	+	+	327	85,30

Dengan cara quicker method perhitungan main effect dan interaksi terhadap yield yang dihasilkan. Hasil perhitungan variabel yang berpengaruh dapat dilihat pada pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Variabel Berpengaruh

P (%)	Efek
7,14	-2,09
21,71	-1,83
35,71	-1,57
50,0	0,78
64,29	2,09
78,57	3,13
92,86	4,17

Tabel 3 menunjukkan hasil dari variabel Bahan, katalis dan suhu yang diteliti suhu transesterifikasi merupakan variabel yang paling mempengaruhi dalam proses transesterifikasi minyak kelapa jika dilihat dari perhitungan quicker method yang menghasilkan jumlah efek paling besar.



Gambar 1. Normal Probability Plot , 2³

Gambar 1 menunjukkan bahwa titik hasil perhitungan efek suhu transesterifikasi dengan percent probability menjauh dari kerapatan. Dari hasil analisa tersebut, kita dapat langsung melakukan optimasi proses dengan variabel suhu transesterifikasi (T) untuk menentukan besar yield biodiesel minyak kelapa.

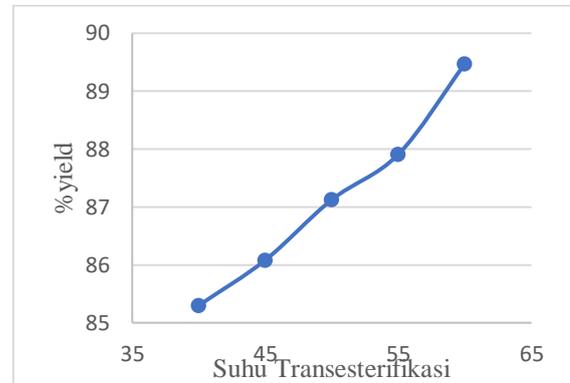
Optimasi Transesterifikasi Biodiesel

Berdasarkan analisa varian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa variabel proses yang berpengaruh pada penelitian ini adalah suhu transesterifikasi sehingga pada optimasi menjadi variabel berubah, sedangkan variabel C (konsentrasi katalis) dan m(%berat metanol menjadi variabel tetap. berikut hasil optimasi yang telah dilakukan.

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa lama suhu transesterifikasi dari 40°C hingga 60°C menghasilkan yield biodiesel yang semakin besar. Penggambaran grafik hasil optimasi transesterifikasi minyak kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 4. Yield Biodiesel Minyak Kelapa Pada Proses Optimasi

Suhu (°C)	Katalis (%b/b)	Metanol (% b/b)	Yield (%)
40	2	20	85,30
45	2	20	86,08
50	2	20	87,13
55	2	20	87,90
60	2	20	89,47



Gambar 2. Optimasi Biodiesel

Berdasarkan yield biodiesel yang dihasilkan seperti yang tersaji pada Tabel 4. dan grafik optimasi biodiesel pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa suhu transesterifikasi (T) 60°C merupakan hasil yang terbaik dengan yield 89,47% dengan kondisi operasi lainnya yang optimum adalah 2% untuk konsentrasi katalis dan 20% untuk %berat metanol. Kenaikan suhu transesterifikasi akan mempercepat terjadinya reaksi karena secara kinetika, kenaikan suhu reaksi akan meningkatkan konversi. Suhu reaksi yang kecil akan menyebabkan tidak semua trigliserida bereaksi menjadi Methyl ester pada waktu yang telah ditentukan. Serta jika suhu tidak ditingkatkan akan menyebabkan penurunan yield biodiesel yang disebabkan oleh lamanya reaksi pembentukan biodiesel yang terjadi. Seperti halnya dengan suhu reaksi pada percobaan ke-1 yaitu 40 °C yang tersaji pada Tabel .4 dan Gambar .2 yield yang dihasilkan lebih sedikit daripada yang lainnya. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Jaggernauth-Ali [6] yield biodiesel yang dihasilkan 78% pada suhu reaksi 60 °C, dengan jumlah katalis <5% dan waktu reaksi 2 jam hal ini menunjukkan bahwa suhu transesterifikasi berpengaruh terhadap yield biodiesel yang dihasilkan.

Hasil Analisa

Hasil Analisa biodiesel minyak kelapa dibandingkan dengan spesifikasi biosolar Pertamina ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Biodiesel Minyak Kelapa dan Biosolar Pertamina

Pengujian	Biodiesel Minyak Kelapa	Biosolar Pertamina
Densitas (kg/m ³)	836	815-860
Viskositas (mm ² /sec)	3,09	2,0 – 4,5
Bilangan Asam mgKOH/gr	0,37	Maks 0,6
Flash Point (°C)	62	Min 52
Angka Cetana	50,2	Min 48

Dari Tabel 5 terlihat bahwa densitas dari biodiesel minyak kelapa memenuhi standar pada biosolar Pertamina dengan kisaran densitas 815-860 kg/m³. Jika bahan bakar memiliki densitas lebih tinggi, massa bahan bakar yang lebih besar disuntikkan dan karenanya lebih banyak daya dan emisi. Injektor bahan bakar beroperasi pada sistem pengukuran berbasis volume. Oleh karena itu densitas yang lebih tinggi untuk hasil biodiesel dalam pengiriman massa bahan bakar yang sedikit lebih besar [10].

Viskositas dari biodiesel minyak kelapa memenuhi standar pada biosolar Pertamina dengan kisaran viskositas 2,0–4,5 mm²/sec. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar. Viskositas meningkat dengan panjang rantai dan derajat kejenuhan. Batas atas viskositas spesifikasi bahan bakar memastikan bahwa bahan bakar akan mudah mengalir saat start dingin. Viskositas yang lebih tinggi mengarah pada atomisasi yang buruk, pembakaran tidak sempurna dan meningkatkan simpanan karbon. Terlebih lagi, bahan bakar dengan viskositas lebih tinggi juga membutuhkan daya pompa yang lebih tinggi [10].

Bilangan asam dari biodiesel minyak kelapa memenuhi standar pada biosolar Pertamina dengan kisaran bilangan asam maksimal 0,6 mgKOH/gr. Angka asam mempengaruhi kualitas dari biodiesel, semakin kecil angka asam yang ada pada biodiesel maka semakin baik kualitas biodiesel. Angka asam memiliki hubungan erat dengan pH biodiesel, semakin besar pH terutama mendekati netral sekitar 6-7 maka semakin kecil angka asam dan semakin banyak metil ester yang terbentuk [11].

Flash point dari biodiesel minyak kelapa memenuhi standar pada biosolar Pertamina dengan kisaran flash point minimal 52°C. *flash point* atau titik nyala adalah suhu dimana bahan bakar tersebut dapat terbakar, semakin tinggi semakin bagus karena lebih aman dan tidak mudah terbakar pada suhu lingkungan [11].

Cetane number dari biodiesel minyak kelapa memenuhi standar pada biosolar Pertamina dengan kisaran angka setana minimal 48. *Cetane number* menunjukkan penundaan pengapian, yaitu waktu yang

berlalu sejak injeksi bahan bakar ke dalam ruang bakar dan penyalan sendiri campuran bahan bakar-udara.

Batas atas dan bawah dari cetane number memastikan berfungsinya mesin. Jika cetane number terlalu rendah, menyalakan mesin akan sulit, terutama pada suhu rendah dan mesin akan berfungsi tidak rata dan berisik, dengan siklus tanpa pembakaran, ia akan menghangat lebih lambat, pembakaran akan menjadi tidak lengkap dan polusi mesin akan meningkat, terutama emisi hidrokarbon. Dalam hal bahan bakar dengan angka setana yang sangat tinggi, pengapian akan dilakukan sebelum campuran yang tepat dengan udara, menghasilkan pembakaran yang tidak lengkap dan peningkatan jumlah asap knalpot. Juga, jika cetane number terlalu tinggi, bahan bakar akan terbakar dekat dengan injektor sehingga menjadi terlalu panas, dan partikel bahan bakar yang tidak terbakar dapat menyumbat nozel injektor. Rentang optimal CN adalah antara 41 dan 56, tetapi tidak boleh lebih tinggi dari 65 [14].

PENGAPLIKASIAN BIODIESEL



Gambar 3. Pengaplikasian Biodiesel Minyak Kelapa

Gambar 3 menunjukkan proses pengaplikasian biodiesel minyak kelapa. Pada penelitian ini dilakukan pengaplikasian biodiesel minyak kelapa B-40 menggunakan alat fogging Garda Pest Control Semarang dengan meninjau suara yang dihasilkan dari mesin fogging. Didapatkan untuk kebisingan alat fogging yaitu 81,5 dB. Desibel yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan alat fogging berbahan bakar solar yaitu 82 dB. Kebisingan (dB) yang semakin besar akan mengganggu pendengaran operator sehingga operator diwajibkan menggunakan pelindung telinga. Karena kebisingan yang dihasilkan dibawah standart kebisingan mesin fogging (pengasap Jinjing) yang diperbolehkan menurut SNI 05-7190 tahun 2006 sebesar 90 <dB<120 dengan oprator disediakan pelindung telinga, dan KEPMENAKER No.51 Tahun 1999 penentuan lama operator mengoprasikan yang diizinkan (kebisingan) selama 8 jam sebesar 85 dBA maka dapat dikatakan kebisingan (dB) yang dihasilkan tidak merusak pendengaran operator.

KESIMPULAN

Suhu optimum pada proses transesterifikasi dipenelitian ini 60 °C dengan yield yang dihasilkan sebesar 89,47 % dengan konsentrasi katalis dan 2 %b/b metanol sebesar 20%. Analisa densitas,

viskositas, bilangan asam, flash point dan angka setan, mendapatkan hasil berturut-turut yaitu 836 kg/m³; 3,09 mm²/sec; 0,37 mgKOH/gr; 62 °C dan 50,5.

Aplikasi biodiesel B-40 minyak kelapa sebagai bahan bakar pada alat fogging, didapatkan untuk kebisingan alat fogging yaitu 81,5 dB. Desibel yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan alat fogging berbahan bakar solar yaitu 81,5 dB.

DAFTAR PUSTAKA

1. B. P. S. BPS, 2018, Statistik Capitive Power 2018, Badan Pusat Stastistik/BPS-Statistics Indonesia, Jakarta.
2. C. Lee, M. K. Aroua, W. M. A. W. Daud, P. Cognet, Y. Pérès-Lucchese, P. L. Fabre, O. Reynes and L. Latapie, 2015, A review: Conversionof bioglycerol into1,3-propanediol via biological and chemical method, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 963-972.
3. Khaidir, 2016, Pengolahan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal Agrium*, pp. 63-68.
4. Murtiningrum, 2015, Perkembangan biodiesel di indonesia saat ini, teknologi produksi & analisis prospektif, *Jurnal PASTI Volume IX No 1*, pp. 35-45.
5. N. Hidayanti, 2015, Biodiesel dari minyak kelapa katalis basa melalui transesterifikasi menggunakan gelombang mikro), *Jurnal Teknik Kimia* , pp. 13-18.
6. P. Jaggernauth-Ali, E. John and P. Bridgemohan, 2015, The application of calcined marlstones as a catalyst in biodiesel production from high free fatty acid coconut oil, *Fuel*, pp. 372-378.
7. Z. S. A. P. H. R. J. Rismawati Rasyid, 2018, The Production Of Biodiesel From A Traditional Coconut Oil Using NaOH/ γ -Al₂O₃ Heterogeneous Catalyst, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 175, pp. 1-6.
8. T. Elangovan, 2015, Biodiesel and its Properties from Various Feedstocks, *International Journal For Trends in Engineering & Technology*, Vol 1, Issue 2.
9. N. Hidayati, 2017, Transesterifikasi minyak goreng bekas menjadi biodiesel dengan katalis CaO, *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, pp1-5.
10. K. A. Zahan, 2018, Biodiesel Production from Palm Oil, Its By-Products, and Mill Effluent: A Review, *Energies*, pp. 1-25.
11. A. Priatni, 2014, Karakteristik Biodiesel dari Transesterifikasi Enzimatis Terhadap Emisi Gas Buang, *Jurnal Riset Teknologi Industri*, pp. 27-36.