

# Pengaruh Teknik Pencampuran Biodiesel dengan Metode *Splash* (Pencemplungan) terhadap Unjuk Kerja Kendaraan Bermesin Diesel

**Oberlin Sidjabat**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS”

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Telepon: 62-21-7394422, Fax: 62-21-7246150

E-mail: oberlin@lemigas.esdm.go.id

Teregistrasi I tanggal 28 Januari 2013; Diterima setelah perbaikan tanggal 20 Februari 2013

Disetujui terbit tanggal: 30 April 2013

## **ABSTRAK**

Penggunaan biodiesel yang meningkat menciptakan beberapa tantangan dalam penanganannya untuk sampai ke pelanggan sebagai bahan bakar campuran (BXX). Yang paling penting bagi produsen pencampur yang segera ditangani adalah jaminan bahwa bahan bakar diesel dan biodiesel dapat dicampurkan secara homogen dan dalam satu fasa. Yang paling sering ditanyakan adalah bagaimana biodiesel akan dicampurkan? Sesuai dengan regulasi untuk mencampurkan biodiesel dan bahan bakar diesel di Indonesia bahwa maksimum penggunaan biodiesel adalah B10. Pengaruh teknik pencampuran biodiesel dengan cara cemplung (*splash*) atau langsung dimasukkan ke dalam tangki bahan bakar diteliti pada kinerja mesin khususnya terhadap saringan bahan bakar (*fuel filter*). Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini sebagai B20 dan biodiesel diproduksi dari bahan baku minyak sawit. Apabila biodiesel diisikan terlebih dahulu dan kemudian diikuti dengan minyak diesel (minyak solar), hasilnya menunjukkan bahwa saringan bahan bakar akan tersumbat setelah kendaraan beroperasi sejauh 1500 km. Hal ini diharapkan bahwa pencampuran terjadi melalui agitasi (guncangan) bila kendaraan melaju dalam perjalanan. Akan tetapi apabila bahan bakar minyak diesel diisikan terlebih dahulu dan diikuti dengan biodiesel maka hasilnya menunjukkan bahwa saringan bahan bakar akan tersumbat setelah kendaraan beroperasi sepanjang 2500 km. Hal ini menunjukkan bahwa kesukaran pada pencampuran dapat diatasi jika biodiesel diisikan paling akhir setelah bahan bakar minyak diesel. Juga biodiesel lebih berat dari bahan bakar diesel dan hal ini sukar teragitasi apabila kendaraan berjalan. Sebaliknya pada uji jalan (*road test*), dengan menggunakan B30, menunjukkan bahwa tidak ada masalah terhadap saringan bahan bakar (*fuel filter*), dimana B30 dipreparasi dengan mencampurkan biodiesel dengan bahan bakar minyak diesel dalam tangki lain sampai homogen sebelum diisikan ke tangki bahan bakar kendaraan.

**Kata Kunci:** biodiesel, saringan bahan bakar, teknik pencampuran, *splash*, uji jalan

## **ABSTRACT**

*Increased use of biodiesel has created some handling challenges for bringing blended fuels (BXX) to customer. The most immediate handling concern for blenders is assurance that petrodiesel fuels and biodiesel can be blended uniformly and in single phase (homogeneous). The most frequent asked questions is how biodiesel blended? According to the regulation for mixing of biodiesel and petrodiesel fuel in Indonesia that the maximum of using biodiesel is B10. The effect of technical blending of biodiesel by splash blending into the fuel tank of vehicle is investigated for the engine performance especially fuel filter. The fuel that used in this investigation as B20 and biodiesel was produced from crude palm oil. When the biodiesel loaded first then diesel, the result indicated that the fuel filter will be plugged after 1,500 km running. It was expected that agitation will be preceded when the vehicle was operated or driven. However when petrodiesel fuel first loaded then biodiesel, the result indicated that the fuel filter will be plugged after*

*2,500 km running. It looks like that on occasion difficulties in mixing can be encountered if the biodiesel is loaded into the vessel later after petrodiesel fuel. Also biodiesel is heavier than petrodiesel fuel and it is hard to agitate when the vehicle was driven. In contrast, the road test indicated that when using B30 as fuel, there was no problem for fuel filter, whereas B30 was prepared by mixing biodiesel and petrodiesel fuel in other tank before loaded to fuel tank of vehicle.*

**Keywords:** *biodiesel, fuel filter, technical*

## I. PENDAHULUAN

Pada umumnya sumber energi utama yang digunakan di Indonesia berasal dari minyak bumi atau bahan bakar fosil. Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM), dalam negeri Indonesia, meningkat sekitar 7% per tahun dan kilang minyak belum dapat memasok sepenuhnya kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan dalam negeri kadang-kadang perlu mengimpor sebagian dari BBM tersebut, seperti minyak solar (minyak diesel).

Sehubungan dengan menurunnya sumber cadangan minyak bumi dan juga masalah lingkungan serta masalah diversifikasi energi maka perlu didapatkan energi alternatif sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan energi dalam negeri. Biodiesel merupakan salah satu kandidat yang berpotensi sebagai substitusi dan/atau sebagai pencampur minyak solar karena karakteristiknya hampir sama dengan minyak solar/diesel dan sudah terbukti berdasarkan penelitian dan penggunaannya di beberapa negara (Tyson, 1998; Meher, 2004; Moser, 2009). Biodiesel dapat diproduksi dengan proses sederhana dan berbahan baku minyak nabati yang dapat diperbaharui (Knothe dkk, 2005; Slinn, 2008; Adeyemi dkk, 2011). Biodiesel sangat bersih, dapat diperbaharui dan secara domestik dapat diproduksi karena ketersediaan bahan baku yang mencukupi sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak impor.

Biodiesel dapat digunakan langsung sebagai campuran bahan bakar minyak solar dalam berbagai rasio tanpa memodifikasi mesin diesel kendaraan. Salah satu keuntungan penambahan biodiesel sebagai campuran dengan minyak solar adalah peningkatan lubrisitas bahan bakar dan mereduksi emisi gas buang. Proses paling umum dalam pembuatan biodiesel dikenal sebagai proses transesterifikasi dengan bahan baku minyak nabati, lemak hewani dan minyak goreng bekas dan direaksikan dengan alkohol dengan adanya suatu katalis tertentu.

(Mittelbach, M. and Remschmidt, C., 2004; Schushard, U. dkk, 1998; Sidjabat, O.,1995). Meskipun ada proses yang lain dalam pembuatan biodiesel seperti proses termokimia, namun proses transesterifikasi lebih umum digunakan karena lebih sederhana dan mempunyai efisiensi energi yang lebih tinggi (Al-Zuhair, S., 2007). Efisiensi energi yang tinggi merupakan salah satu aspek penting sehingga membuat transesterifikasi lebih baik pada kompetisi pasar energi.

Ada beberapa keluhan para pengguna biodiesel sebagai bahan bakar dengan kendaraan bermesin diesel, namun ada pengguna yang tidak mengalami permasalahan sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan biodiesel maupun sebagai campuran dengan minyak solar untuk mendapatkan solusi permasalahannya. Pada umumnya yang mengalami permasalahan bila menggunakan bahan bakar B20 (biodiesel 20% dan minyak solar 80% volume) dan/atau lebih besar rasionya. Menumbuhkan kepercayaan konsumen adalah suatu tahap kritical dalam kesuksesan setiap produk baru atau bahan bakar. Kepercayaan konsumen diukur dengan beberapa cara antara lain: ketersediaannya, pengiriman tepat waktu, dan paling utama adalah kualitas atau mutu produk.

Salah satu masalah adalah teknologi pencampuran biodiesel dengan minyak solar/diesel yang menyebabkan tersumbatnya penyaring bahan bakar (*fuel filter*) (Humburg, dkk, 2004; Schiavone, 2007). Prosedur pencampuran biodiesel tergantung pada beberapa faktor, termasuk volume B100 yang diperlukan untuk dicampurkan, tingkat campuran akhir, volume produk campuran yang mau dijual, tangki dan ruang yang tersedia, biaya peralatan dan operasional, dan permintaan pelanggan untuk pencampuran (<http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/pdfs/43672.pdf>). Pada umumnya biodiesel dicampurkan ke dalam minyak solar melalui 2 (dua) metoda yakni (<http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/pdfs/43672.pdf>; Gen dkk, 2009) : (a) *Splash blending*

(cemplung), dimana B100 dicampurkan secara *splash* (cemplung) dengan minyak solar oleh pengguna dalam tangki atau truk tangki; (b) *In-line blending* (melalui pipa), dimana biodiesel ditambahkan ke dalam minyak solar yang dialirkan melalui pipa sehingga tercampur dalam aliran pipa tersebut. Pencampuran dengan metoda *splash* digunakan untuk kalangan sendiri dan/atau bila jumlah produk yang diproduksi hanya jumlah tertentu atau tidak banyak jumlahnya mengingat biaya operasi dan peralatan.

Kendala yang dihadapi dalam hal pencampuran biodiesel dengan minyak solar adalah tidak tersedianya peralatan atau infrastruktur untuk proses pencampuran. Hal ini dapat terjadi di daerah terpencil atau pedesaan sehingga pencampuran dengan menuangkan biodiesel ke tangki bahan bakar bersamaan dengan minyak solar/diesel.

## II. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pencampuran (*blending*) biodiesel dan minyak solar dengan teknik *splash* dalam tangki bahan bakar terhadap unjuk kerja kendaraan bermesin diesel. Juga memberikan informasi bila mencampurkan biodiesel dengan minyak solar untuk kalangan sendiri dan/atau tanpa adanya fasilitas peralatan proses pencampuran.

## III. BAHAN-BAHAN DAN METODA

### A. Sumber Bahan Bakar dan Spesifikasi

Biodiesel yang digunakan dalam penelitian ini diproduksi dari minyak sawit sebagai bahan baku dengan proses transesterifikasi, proses produksi dilakukan di *pilot plant* biodiesel LEMIGAS dengan kapasitas 8 ton/hari. Biodiesel tersebut sudah memenuhi spesifikasi sesuai dengan SNI 04-7182-2006 atau ASTM D-6751.

### B. Metoda

Biodiesel dicampurkan dengan bahan bakar minyak solar/diesel ke dalam tangki bahan bakar. Proses pencampuran biodiesel dan minyak solar dilakukan dengan teknik *splash* (pencemplungan) dengan dua cara atau kondisi sebagai berikut:

(a) Pencampuran (*blending*) dengan cara biodiesel diisikan terlebih dahulu ke dalam tangki bahan bakar dan diikuti dengan pengisian minyak solar/diesel dengan rasio volume 20% biodiesel (B20)

(b) Pencampuran dengan cara minyak solar/diesel diisikan terlebih dahulu ke dalam tangki bahan bakar dan diikuti dengan pengisian biodiesel dengan rasio volume 20% biodiesel (B20)

Uji jalan (*road-test*) dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja (*performance*) dengan menggunakan 2 (dua) kendaraan bermesin diesel dan salah satu menggunakan bahan bakar biodiesel (B20) dan satu lagi menggunakan bahan bakar minyak solar/diesel sebagai pembanding (referensi). Emisi gas buang juga diuji dari kedua kendaraan tersebut dengan menggunakan alat *gas analyzer*.

## IV. HASIL DAN DISKUSI

### A. Pencampuran (*Blending*) Biodiesel dan Minyak Solar/Diesel

Sebelum campuran bahan bakar biodiesel (B20) digunakan sebagai bahan bakar kendaraan, percobaan pencampuran antara biodiesel dan minyak solar/diesel dilakukan di laboratorium dengan teknik *splash* (pencemplungan). Hasilnya, berdasarkan observasi atau pengamatan dengan mata telanjang, menunjukkan bahwa campuran bahan bakar tersebut (B20) tercampur sempurna atau sebagai larutan homogen. Hasil pengamatan sama, larutan homogen, untuk kedua cara pencampuran baik dengan mengisikan biodiesel terlebih dahulu maupun terakhir dengan campuran minyak solar/diesel seperti ditunjukkan masing-masing pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Secara visual bahwa tidak ada perbedaan antara campuran biodiesel dengan minyak solar dan campuran minyak solar dengan biodiesel seperti terlihat pada Gambar 3. Gambar 4 menunjukkan contoh minyak solar dan biodiesel yang digunakan dalam percobaan.

Hasil karakteristik dari campuran biodiesel dan minyak solar (B20), biodiesel, POME (B100) dan minyak solar (B00) disajikan pada Tabel 1.

### B. Unjuk Kerja Mesin

Uji jalan (*road test*) dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) buah kendaraan bermesin diesel (Isuzu Panther) untuk mengetahui pengaruh bahan bakar campuran biodiesel (B20), terhadap unjuk kerjanya dan juga menguji emisi gas buangnya. Pengisian tangki bahan bakar dilakukan dengan cara atau teknik *splash* yaitu dengan mengisikan biodiesel

terlebih dahulu dan diikuti dengan penambahan minyak solar/diesel dan juga sebaliknya biodiesel diisikan terakhir setelah pengisian minyak solar/diesel.

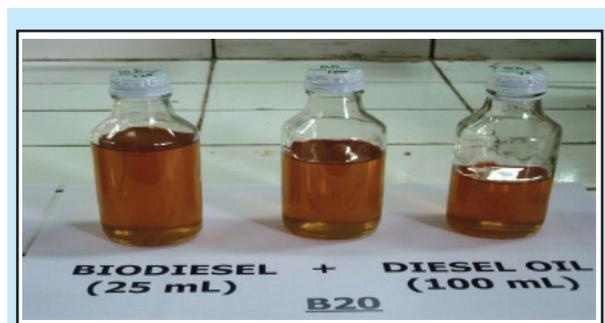
Pencampuran dengan teknik *splash* merupakan metoda pencampuran yang paling mudah dan sangat sederhana. Diharapkan bahwa pengocokan pencampuran akan terjadi ketika kendaraan dioperasikan di jalan menuju tujuan. mengingat sifat atau karakteristik biodiesel dan minyak solar sangat mirip maka dalam perjalanan kendaraan diprediksi bahwa pengocokan atau agitasi cukup mencampurkan ke dua bahan bakar tersebut (Wilkis, 2008).

Berdasarkan observasi bahwa penyumbatan saringan bahan bakar mulai terjadi setelah jarak perjalanan 2.500 km untuk uji B20 dengan pengisian bahan bakar minyak solar terlebih dahulu dan diikuti biodiesel. Pengamatan penyumbatan saringan bahan bakar ditandai dengan tersendat-sendat mesin kendaraan beberapa kali. Sedangkan bila biodiesel diisikan terlebih dahulu dan diikuti minyak solar, penyumbatan saringan bahan bakar terjadi setelah jarak perjalanan 1.500 km. Hal ini juga dibuktikan dengan memeriksa saringan bahan bakar seperti terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 untuk masing-masing bahan bakar biodiesel yang diisikan terakhir dan terdahulu dari minyak solar. Sebagai perbandingan dari kedua pencampuran itu, terlihat bahwa dengan pengisian biodiesel pertama sebelum minyak solar menunjukkan bahwa kotoran lebih banyak pada saringan bahan bakar (Gambar 7). Sebelum dilakukan uji kinerja mesin kendaraan dengan bahan bakar B20 dengan teknik *splash*, sudah digunakan bahan bakar B10 yang disediakan dengan cara mencampurnya dalam unit pencampur (*blending unit*) di *pilot plant* biodiesel LEMIGAS dan tidak mengalami penyumbatan saringan bahan bakar. Hasil penelitian uji jalan (*road test*), yang dilakukan oleh Tim Biodiesel LEMIGAS, dengan menggunakan B30 tidak menunjukkan masalah dalam hal saringan bahan bakar. Dalam hal ini B30, sebelum diisikan ke tangki bahan bakar kendaraan, dipreparasi dengan mencampurkan biodiesel ke dalam minyak solar dan diaduk sampai homogen (LEMIGAS, 1997).

Seperti diketahui bahwa sifat-sifat kimia biodiesel dapat bercampur dengan semua jenis minyak solar dan campuran tidak dapat terpisah selama temperaturnya di atas titik kabutnya (*cloud point*) (<http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/pdfs/43672.pdf>)



**Gambar 1**  
Larutan campuran antara biodiesel dan minyak solar/diesel (B20) dengan tehnik *splash*, minyak solar ditambahkan ke dalam biodiesel tanpa dikocok atau digoyangkan



**Gambar 2**  
Larutan campuran antara biodiesel dan minyak solar/diesel (B20) dengan tehnik *splash*, biodiesel ditambahkan ke dalam minyak solar tanpa dikocok atau digoyangkan

Hasil penelitian atau percobaan ini menunjukkan bahwa durasi atau jangka waktu penyumbatan saringan bahan bakar lebih lambat bila teknik pencampuran *splash* (pencemplungan) dengan biodiesel diisikan terakhir setelah pengisian minyak solar dibandingkan dengan bila biodiesel diisikan terlebih dahulu. Pencampuran yang terbaik dengan teknik *splash* adalah dengan mengisikan biodiesel diatas minyak solar atau biodiesel diisikan terakhir setelah minyak solar. Sesuai dengan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kemungkinan besar pencampuran atau pengocokan tidak sempurna selama kendaraan berjalan bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu dengan menggunakan B10 dan B30.

Departemen Transportasi Amerika telah melakukan survei tentang penggunaan bahan bakar campuran biodiesel dan dilaporkan bahwa hasil dari 17 negara bagian yang ikut disurvei ada 8 negara bagian mengalami masalah penyumbatan saringan

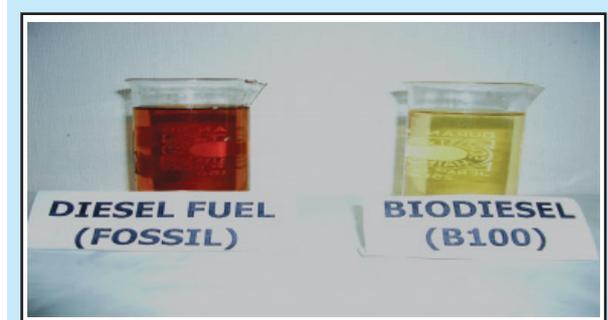
bahan bakar dan 9 negara bagian tidak mengalami penyumbatan saringan bahan bakar (Humburg dkk, 2004). Dilaporkan bahwa penyebab penyumbatan saringan tersebut antara lain karena mikroba, sedimen, gliserol, residu biodiesel, dan teknik pencampuran cara *splash*. *Transportation Research Board of The National Academics* juga melaporkan bahwa beberapa kendaraan bermesin diesel dengan bahan bakar B20 mengalami penyumbatan saringan bahan bakar (Schiavone, 2007). Solusi mengatasi permasalahan penyumbatan tersebut hanya dengan mengganti saringan bahan bakar dan dari survei tersebut tidak dijelaskan tentang tipe atau jenis saringan bahan bakar yang digunakan lebih mudah mengalami penyumbatan.

Ada beberapa kemungkinan penyebab penyumbatan saringan bahan bakar antara lain (Ge dkk, 2009):

- Campuran biodiesel dan minyak solar tidak sempurna atau tidak homogen sehingga biodiesel berada pada bagian bawah dasar tangki, densitas biodiesel lebih besar dibandingkan dengan minyak solar, sehingga biodiesel pada suhu dingin dapat membentuk jel (seperti agar-agar);



**Gambar 3**  
Pengamatan secara visual untuk kedua larutan campuran biodiesel dan minyak solar/diesel



**Gambar 4**  
Contoh minyak solar/diesel dan biodiesel yang digunakan dalam percobaan

**Tabel 1**  
Karakteristik larutan campuran biodiesel dan minyak solar (B20), Biodiesel POME (B100), dan Minyak Solar/Diesel (B00)

No	KARAKTERISTIK	PRODUK			SPESIFIKASI MINYAK SOLAR		
		POME (B-100)	B-20	DIESEL	MIN	MAX	ASTM-TEST METHOD
1	Specific Gravity, 60/60°F	0.875	0.860	0.858	0.820	0.870	D 1298
2	Calc. Cetane Index	58.3	55.2	54.3	48	-	D 976
3	Kinematic Viscosity, 40/40°C, cSt	5.72	4.50	4.19	2.0	5.0	D 445
4	Pour Point, °C	12	5	3	-	18	D 97
5	Conradson Carbon residue, %-wt (at 10% -vol bottom)	0.03	0.04	0.05	-	0.1	D 189
6	Sulfur Content, %-wt	0.01	0.29	0.37	-	0,5	D 1551
7	Copper Strip Corrosion, 100°C, 2 hrs	1a	1a	1a	-	No 1	D 130
8	Flash Point PMCC °F	370	220	180	150	-	D 93
9	Colour ASTM	4.0	3	L3	-	3	D 1500
10	Neutralization Value						D 664
	- Strong Acid Number mg KOH/gr	Nil	Nil	Nil	-	Nil	
	- Total Acid Number mg KOH/gr	12.31	2.47	0.06	-	0.6	
11	Distillation						D 86
	- IBP °C	303.0	221	202.5	-	-	
	- EP °C	-	>371	>371	-	-	
	- Rec. 300 °C %-vol	17.45	42	50.50	40	-	
12	Calorific Value Btu/lb	17455	18892	19250	-	-	D 240
13	Sediment %-wt	Nil	Nil	Nil	-	0.01	D 473
14	Water and Sediment %-vol	Nil	Nil	Nil	-	-	D 1796
15	Water Content %-vol	0.35	0.09	0.02	-	-	D 95

- Adanya kandungan gliserol yang tersisa atau terjadi karena hidrolisis trigliserida yang tersisa, dan
- Pembentukan polimer dari ester karena ikatan tidak jenuh.

Pada umumnya, dari beberapa penelitian yang dirangkum oleh *National Biodiesel Board-National Biodiesel Hotline* ([www.biodiesel.org](http://www.biodiesel.org); Ge dkk, 2009), ada beberapa penyebab penyumbatan saringan bahan bakar dengan menggunakan campuran biodiesel seperti disajikan pada Tabel 2.

### C. Uji Emisi Gas Buang Kendaraan

Setelah digunakan bahan bakar campuran biodiesel (B20) maka dilakukan uji emisi gas buang dari masing-masing kendaraan dengan mata uji opasitas sesuai aturan pemerintah. Hasil dari uji opasitas untuk ke dua kendaraan disajikan pada Tabel 3.

Dari hasil uji emisi gas buang pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kendaraan yang menggunakan bahan bakar campuran biodiesel (B20) menghasilkan emisi paling rendah (26,20%) dibandingkan dengan emisi kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil, minyak solar (46,30%), yang didasarkan pada nilai ambang batas yang ditentukan yaitu 40%. Sesuai dengan regulasi lingkungan bahwa hanya parameter opasitas yang diuji untuk emisi gas buang kendaraan bermesin diesel dan nilai standar maksimum opasitas adalah 40%, 45% dan 50% untuk masing-masing kendaraan bermesin diesel dengan tahun pembuatan sesudah tahun 1996, tahun 1986-1996, dan sebelum tahun 1986. Dalam hal ini terlihat bahwa kendaraan yang menggunakan bahan bakar minyak solar menghasilkan emisi gas buang dengan opasitas tertinggi dan tidak memenuhi persyaratan yang diijinkan. Hasil uji emisi gas buang yang dinyatakan dengan opasitas menunjukkan bahan bakar yang mengandung biodiesel lebih ramah lingkungan terhadap polusi udara, sehingga pemakaian bahan bakar biodiesel dapat menurunkan pencemaran udara.

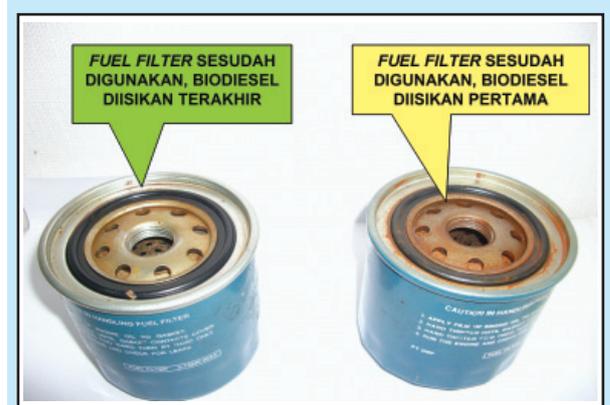
Penelitian dengan penggunaan campuran biodiesel dengan teknik *splash* terhadap opasitas yang dilakukan dengan mesin dynamometer, juga menunjukkan bahwa penggunaan biodiesel dapat menurunkan emisi gas buang dengan opasitas seperti disajikan pada Gambar 8 (Enweremadu dkk, 2011). Dalam hal ini asap terbentuk karena pembakaran



**Gambar 5**  
Perbandingan hasil pengamatan saringan bahan bakar, sebelum dan sesudah digunakan bahan bakar campuran biodiesel (biodiesel ditambahkan terakhir)



**Gambar 6**  
Perbandingan hasil pengamatan saringan bahan bakar, sebelum dan sesudah pemakaian bahan bakar campuran biodiesel (biodiesel diisikan pertama)



**Gambar 7**  
Perbandingan hasil pengamatan saringan bahan bakar, dengan penambahan biodiesel dengan pengisian pertama dan terakhir ke dalam tangki bahan bakar setelah pemakaian bahan bakar campuran biodiesel

**Tabel 2**  
Penyebab penyumbatan saringan bahan bakar dengan bahan bakar B20 dan lebih besar rasionya (>B20)

No	Deskripsi Saringan Yang Tersumbat	Kemungkinan Penyebab	Prosentasi
1	Saringan dengan adanya lendir ( <i>slimy</i> )	Mikroba yang tumbuh dalam bahan bakar campuran biodiesel	21%
2	Saringan menggelembung dan tertutupi dengan gliserol	Kandungan air yang tinggi dan adanya mikroba	18%
3	Saringan menggelembung	Kandungan air yang tinggi	15%
4	Sedimen berwarna hitam	Kontaminan atau pengotor Biodiesel	10%
5	Saringan tersumbat	Masalah yang tidak diketahui	10%
6	Saringan tertutupi dengan gliserol dan zat berwarna coklat	Pencampuran ( <i>blending</i> ) yang tidak sempurna	8%
7	Sedimen halus pada saringan	Oksidasi dan kontaminasi minyak	8%
8	Terbentuknya substansi seperti vaselin berwarna coklat	Biodiesel tidak memenuhi spesifikasi (peningkatan jumlah mono/di-gliserida)	5%
9	Saringan dengan adanya seperti lilin ( <i>wax</i> )	Pengaruh temperatur luar dibawah Titik Kabut ( <i>Cloud Point</i> )	5%
10	Saringan dengan adanya lilin ( <i>wax</i> )	Minyak solar yang bersifat parafinik	3%

**Tabel 3**  
Hasil uji emisi gas buang kendaraan uji dengan bahan bakar campuran biodiesel dan minyak solar

No	Jenis Kendaraan Panther	Bahan Bakar	Opasitas (%)	Standard (Maks. 40%)
1	Panther A	Minyak Solar	(1) 46,50	Off-Spec
			(2) 46,30	Off-Spec
2	Panther B	Biodiesel (B20):		
		- Biodiesel diisikan terlebih dahulu	(1) 26,20	On-Spec
		- Biodiesel diisikan terakhir	(2) 30,27	On-Spec

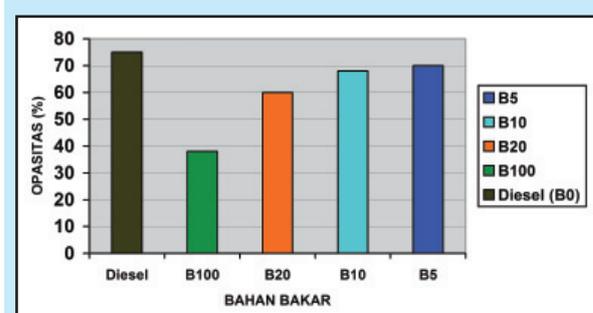
yang tidak sempurna, kandungan oksigen dalam biodiesel (B100) maupun dalam bentuk campurannya dengan minyak solar akan lebih efektif meningkatkan pembakaran yang lebih baik sehingga dapat menurunkan opasitas asap dibandingkan dengan minyak solar.

Penelitian biodiesel terkait dengan emisi gas buang kendaraan bermesin diesel, yang ramah lingkungan, telah banyak dilakukan dan hasilnya menunjukkan bahwa karakteristik emisi bahan bakar biodiesel jauh lebih baik dibandingkan dengan emisi yang dihasilkan minyak solar/diesel (Xue dkk, 2011; Datta dan Mandal, 2012)

## V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### A. Kesimpulan

Pencampuran (*blending*) antara biodiesel dan minyak solar/diesel dengan metoda teknik *splash* memberikan hasil yang lebih baik bila biodiesel ditambahkan sesudah penambahan minyak solar, karena densitas biodiesel lebih besar daripada densitas minyak solar.



**Gambar 8**  
Perbandingan opasitas untuk minyak solar dan campuran biodiesel pada beban penuh pada mesin dynamometer

Penyumbatan saringan bahan bakar lebih cepat dengan pengisian biodiesel terlebih dahulu ke dalam tangki bahan bakar sebelum penambahan minyak solar.

Penggunaan pencampuran dengan teknik *splash* sangat sederhana dan dapat digunakan bila tidak ada peralatan pencampuran (*blending unit*) atau infrastruktur pencampuran, juga bila jumlah

bahan bakar yang akan dicampurkan sangat terbatas jumlahnya.

Emisi gas buang dari bahan bakar biodiesel lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar. Bila pencampuran dengan biodiesel diisikan terlebih dahulu akan memberikan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan minyak solar terlebih dahulu.

## B. Rekomendasi

Untuk mencampurkan dalam jumlah terbatas dengan teknik *splash* agar biodiesel ditambahkan terakhir atau sesudah pengisian minyak solar terlebih dahulu.

Untuk mencegah penyumbatan disarankan agar campuran biodiesel dengan minyak solar diaduk terlebih dahulu sampai homogen.

## KEPUSTAKAAN

1. **Adeyemi, N.A., Mohiuddin, A. K.M., and Jameel, A. T.**, (2011), Biodiesel Production: A Mini Review, *International Energy Journal* 12 (2011) 15-28.
2. **Al-Zuhair, S.**, (2007), Review: Production of biodiesel: possibilities and challenges, *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 1:57–66; DOI: 10.1002/bbb.
3. **Biodiesel Handling and Use Guide** (Fourth Edition) • 2008, NREL/TP-540-43672 Revised January 2009, National Renewable Energy Laboratory, <http://www.nrel.gov/vehiclesandfuels/pdfs/43672.pdf>.
4. **Datta, A., and Mandal, B. K.**, (2012), Biodiesel Production and Its Emission and Performance: A Review, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Vol 3, Issue 6, ISSN 2229-5518.
5. **Enweremadu, C. C., Rutto, H. L., and Peleowo, N.**, (2011), Performance Evaluation of a Diesel Engine Fueled with Methyl Ester of shea Butter, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 79, 142-146.
6. **Ge, H.**, (2008), Biodiesel Activities in the Region, *Western Region Clean Cities, Coordination Peer Exchange*.
7. **Ge, H., Scharffbillig, J., Ahlberg, C., and Clark, E.**, (2009), A Biodiesel Blend.
8. **Handling Guide**, A publication of the: Minnesota Biodiesel Technical Cold Weather Issues Team Handling Subcommittee, Minnesota Department of Agriculture. <http://productionx.net/b/biodiesel-blend-handling-guide-w3461.html> Accessed 20 Sept 2012.
9. **Humburg, D. S., Hansen, T. J., Schumacher, L. G., Mahapatra, A. K., Taylor, G. L., and Adams, B. T.**, (2004), Biodiesel Use and Experience among State DOT Agencies, The 2004 ASAE/CSAE Annual International Meeting, The Westin, Government Centre Ottawa, Ontario, Canada.
10. **Knothe G.; Van Gerpen J.; Krahl J.**, (2005), *The Biodiesel Handbook*. AOCS, Urbana.
11. **LEMIGAS**, 1997, "Laporan Lengkap: Penelitian Uji Jalan Penggunaan Solar-Sawit pada Motor Diesel Kenderaan", Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Jakarta, Oktober 1997.
12. **Meher, L.C., Sagar, D. V., and Naik, S.**, (2004), Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification—A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 1-21.
13. **Mittelbach, M. and Remschmidt, C.**, (2004), Biodiesel, *The Comprehensive Handbook*, First edition, Austria.
14. **Moser, B. R.**, (2009), Biodiesel Production, Properties, and Feedstock, *In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant*, 45:229–266, DOI 10.1007/s11627-009-9204-z.
15. **Schiavone, J. J.**, (2007), Use of Biodiesel in a Transit Fleet, A Synthesis of Transit Practice, SYNTHESIS 72, Transportation Research Board, Washington, D.C., [www.TRB.org](http://www.TRB.org).
16. **Schushard, U., Sercheli, R., Vargas, R. M.**, 1998, "Transesterification of Vegetable Oils: a Review, " *Journal of Brazil Chemical Society*, Vol. 9, No. 1, 199-210.
17. **Sidjabat, O.**, (1995), "Studi Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Bahan Bakar Motor Setara Solar", *Proceedings Diskusi Ilmiah VIII PPPTMGB "LEMIGAS"*, Jakarta, 13-14 Juni 1995, hal. 227-233.
18. **Slinn, M.**, (2008), Improvement to Biodiesel process, EngD Thesis, Department of Chemical Engineering, School of Engineering The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, United Kingdom.
19. **Tyson, K.S.**, (1998), Biodiesel Research Progress: 1992-1997, NREL/TP-580-24433.
20. **Wilks, D.**, (2008), The impact of Blending Techniques, Feedstock choice, and Analytical Techniques on Biodiesel blend accuracy, *inform December*, Vol. 19 (12) 787.
21. **Xue, J., Grift, T. E., and Hansen, A. C.**, (2011), Effect of Biodiesel on Engine Performances and Emissions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1098–1116.