Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 2007, 15(2): 91-102

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR BIODIESEL SAWIT TERHADAP KONSUMSI DAN EMISI MOBIL DIESEL TIPE *COMMON RAIL*

M. Ansori Nasution, Darnoko, Tjahjono Herawan

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk membandingkan pemakaian bahan bakar dan emisi gas toyota Innova diesel dengan sistem pembakaran common rail. Perbandingan penggunaan bahan bakar adalah dengan membandingkan petrodiesel dengan biodiesel 10%. Jarak tempuh selama pengujian mencapai 40.000 Km. Emisi gas diukur dengan menggunakan gas analyzer dan konsumsi bahan bakar dengan metode make-up tank. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendaraan menggunakan 10% biodiesel memiliki emisi gas lebih rendah dari kendaraan menggunakan petrodiesel.

Kata kunci: *Biodiesel, Common rail, Gas emission.*

ABSTRACT

The aim of research was to compare the gas emission and fuel consumption of Toyota Innova diesel type V with common rail system burning. The use of petrodiesel fuel was compared with 10% biodiesel fuel. The cars were run up to 40.000 Km. The gas emission was determined by gas analyzer and the fuel consumption was analyzed by make-up tank method. The results showed that the car with 10% biodiesel had CO and S gas emission lower than that of car used petrodiesel.

Key words: *Biodiesel, Common rail, Gas emission.*

PENDAHULUAN

Pada tahun 2006 produksi minyak sawit di Indonesia telah mencapai 15,9 juta ton. Sekitar 12 juta ton produksi minyak sawit tersebut diekspor, sedangkan sisanya digunakan untuk keperluan dalam negeri (5). Produksi bahan bakar minyak di dunia saat ini mengalami penurunan. Pada tahun 2005 konsumsi minyak diesel di Indonesia mencapai kisaran 27 juta ton dan 14 juta ton dari jumlah tersebut digunakan untuk transportasi(http://www.bphmigas.go.id). Sesuai dengan road map energi alternatif Indonesia, 2% konsumsi solar pada tahun 2007 ditargetkan akan menggunakan biodiesel. Sumber biodiesel utama di Indonesia berasal dari minyak sawit (*Palm Oil*) dan minyak Jarak khususnya Jarak pagar (*Jatropha curcas*). Minyak sawit merupakan sumber energi alternatif yang paling siap untuk menjadi energi alternatif saat ini (7).

Biodiesel ialah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak

beracun dan dibuat dari minyak nabati atau minyak goreng bekas. Secara kimia biodiesel termasuk dalam golongan mono alkil ester atau metil ester dengan panjang rantai karbon antara 12 – 20 (2). Hal ini yang membedakannya dengan petroleum diesel (solar) yang komponen utamanya adalah hidrokarbon.

Pemerintah telah mengeluarkan peraturan untuk mendorong perkembangan biodiesel dengan mengeluarkan berbagai peraturan baik dalam bentuk Keputusan Presiden (Kepres), Peraturan Pemerintah (PP), Keputusan Menteri dan lain-lain. Peraturan teknis yang memperbolehkan biodiesel digunakan secara umum adalah Surat Keputusan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas (SK DirJen Migas) No. 3674 K/24/DJM/2006, tentang izin pemakaian biodiesel di masyarakat ataupun di SPBU (stasiun pengisian bahan bakar umum). Setelah adanya izin tersebut Pertamina mengeluarkan produk campuran biodiesel dan solar dengan konsentrasi biodiesel sebesar 5% di SPBU di Jakarta dan Surabaya.

Saat ini perkembangan mesin diesel di dunia sudah cukup pesat, penemuan terbaru mesin berbahan bakar diesel memiliki jenis *common-rail* sebagai pengganti jenis *direct injection* dan *indirect injection* (1). *Common rail* merupakan jenis mesin yang yang sistem pembakarannya dilakukan dengan *full* otomatik dengan pengontrolan volume, suhu bahan bakar dan udara, sehingga efisiensi pembakarannya cukup tinggi.

Biodiesel memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan bakar petroleum, diantaranya dapat diproduksi secara lokal dengan memanfaatkan sumber minyak/lemak alami yang tersedia, proses produksi dan penggunaannya bersifat lebih ramah lingkungan dengan tingkat emisi CO, NO dan Sulfur dan senyawa hasil pembakaran lainnya lebih rendah, dan lebih mudah terurai di alam. Penggunaan biodiesel juga dapat mereduksi polusi tanah serta melindungi kelestarian perairan dan sumber air minum.

Kelebihan penggunaan biodiesel yang lain adalah tidak perlu modifikasi mesin, hal ini dikarenakan biodiesel mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan slang, tidak menambah efek rumah kaca karena karbon yang dihasilkan masih dalam siklus karbon. Energi yang dihasilkan hampir sama dengan petroleum diesel (128.000 BTU vs 130.000 BTU), sehingga *engine torque* dan tenaga kuda yang dihasilkan juga serupa. *Cetane number* biodiesel lebih tinggi (62) dibandingkan dengan petroleum diesel (53) sehingga menghasilkan suara mesin yang lebih halus. Penanganan dan penyimpanan lebih mudah karena tidak menghasilkan uap yang berbahaya pada suhu kamar dan dapat disimpan pada tangki yang sama dengan petroleum diesel. Tingkat biodegradable biodiesel sama dengan glukosa dan pencampuran biodiesel dengan petroleum diesel dapat meningkatkan *biodegradability petroleum* diesel sampai 500%. Biodiesel lebih aman dan tingkat toksisitasnya 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur. Dosis *lethal* biodiesel adalah 17,4 g/kg berat badan (6).

Pemakaian biodiesel pada mesin diesel di dunia khususnya pada kendaraan yang ada di Indonesia mulai berkembang, sehingga perlu dilakukan

pengujian dampak penggunaannya terhadap lingkungan. Dampak tersebut dapat diketahui dengan mengukur emisi dan konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan kendaraan yang menggunakan biodiesel.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar biodiesel sawit terhadap konsumsi dan emisi mobil diesel toyota Innova yang memiliki sistem pembakaran *common rail*. Selain itu penelitian ini juga menjadi sarana untuk sosialisasi penggunaan biodiesel dan memberikan pengetahuan mengenai biodiesel di masyarakat.

BAHAN DAN METODOLOGI

Bahan

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini adalah biodiesel sawit yang diproduksi oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 1 dan komposisi asam lemak seperti tercantum dalam Tabel 2. Solar yang digunakan diperoleh dari SPBU di sepanjang perjalanan. Biodiesel yang digunakan merupakan campuran antara 10 % biodiesel dan 90 % solar atau lebih dikenal dengan B10. Obyek penelitian adalah 2 buah kendaraan keluaran PT Toyota Astra Indonesia, yaitu Kijang Innova (2005), yang bermesin diesel dengan kondisi awal yang sama, sehingga data-data diperoleh bisa dikomparasikan dengan berbanding lurus. Type Innova yang digunakan adalah type V yang telah dilengkapi dengan display penggunaan bahan bakar. Satu mobil Innova diisi bahan bakar biodiesel 10% dan sebagai pembanding satu mobil lainnya dengan bahan bakar solar. Kedua Innova sebelum pengujian dilakukan *service* dan *tune up* untuk menyamakan kondisi/keadaan kendaraan. Untuk menghilangkan faktor pengemudi, setiap jarak tempuh tertentu dilakukan pergantian pengemudi.

Tabel 1. Spesifikasi biodiesel sawit produksi PPKS

Spesifikasi	SNI*	Biodiesel Sawit PPKS
Angka Setana	min. 51	62
Densitas (40 ^{o}C) mg/ml	0,85 – 0,89	0,8624
Viskositas (40 ^{o}C) cSt	2,3 – 6,0	5,55
Titik Awan (^{o}C)	max . 18	14
Titik Nyala (^{o}C)	min. 100	172
Bilangan Asam (mgKOH/g)	max. 0,8	0,60
Bilangan Iod	max. 115	-
Gliserol Bebas (%-m)	max. 0,02	0,005
Gliserol Total (%-m)	max. 0,24	0,15
Kandungan Ester (%)	min. 96,5	> 98
Kadar air dan kotoran (%)	max. 0,05	0,05

*SNI 04-7182-2006

Tabel 2. Komposisi biodiesel sawit produksi PPKS

Biodiesel sawit	Konsentrasi (%)	Petroleum Diesel	Konsentrasi (%)
Methyl laurate (12:0)	0.35	parafin	20
Methyl myristate (14:0)	1.08	iso parafin +naphthenes	55
Methyl palmitate (16:0)	43.79	alkyl aromatic dan additive	25
Methyl palmitoleate (16:1)	0.15	-	-
Methyl stearate (18:0)	4.42	-	-
Methyl oleate (18:1)	39.90	-	-
Methyl linoleate (18:2)	9.59	-	-
Methyl linolenate (18:3)	0.17	-	-
Methyl arachidate (20:0)	0.38	-	-
Methyl decanoate (20:1)	0.18	-	-

METODOLOGI

Pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi biodisel sawit B-10 pada kendaraan uji dilakukan pada penggunaan kendaraan di dalam kota, di jalan bebas hambatan dan pada penggunaan jarak jauh dengan rute dari Bogor – Medan – Aceh - Bogor, Bogor – Solo - Bogor dan Bogor – Bali – Bogor.

Uji emisi gas buang kendaraan dilakukan pada awal dan setiap jarak tempuh 5000 km. Emisi gas yang dikeluarkan selama penggunaan bahan bakar dianalisis dengan menggunakan *gas analyzer*. Sampel pengujian emisi gas buang diambil dari ujung knalpot kendaraan uji dengan memposisikan *probe gas analyzer* pada kedalaman 5 cm dari ujung knalpot. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin *idle*, 2000 dan 3000 RPM dan dilakukan secara duplo.

Konsumsi bahan bakar diperoleh dengan menggunakan metode *make up tank* dengan mengambil data jumlah penambahan volume tanki hingga penuh di bagi dengan jarak tempuh yang didapat dari *distance display* pada kendaraan uji. Pengisian bahan bakar kendaraan biodiesel dilakukan dengan pencampuran solar dan biodiesel di luar tangki kendaraan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

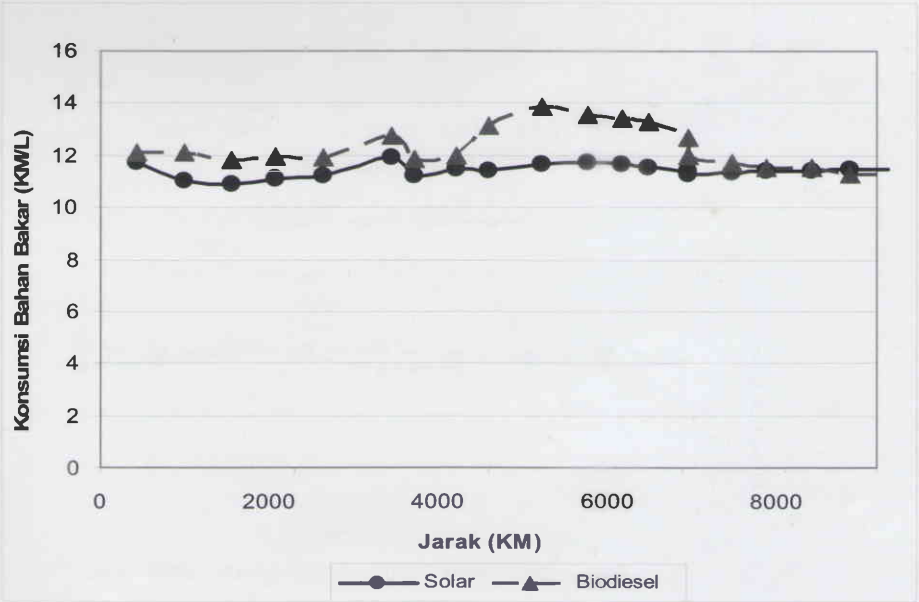
Konsumsi Bahan Bakar

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar selama perjalanan dari Bogor ke Medan menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biodiesel B10 pada mesin *common rail* Toyota Kijang Innova lebih hemat dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar. Penggunaan bahan bakar B-10 sebanyak 1 liter mampu mencapai jarak

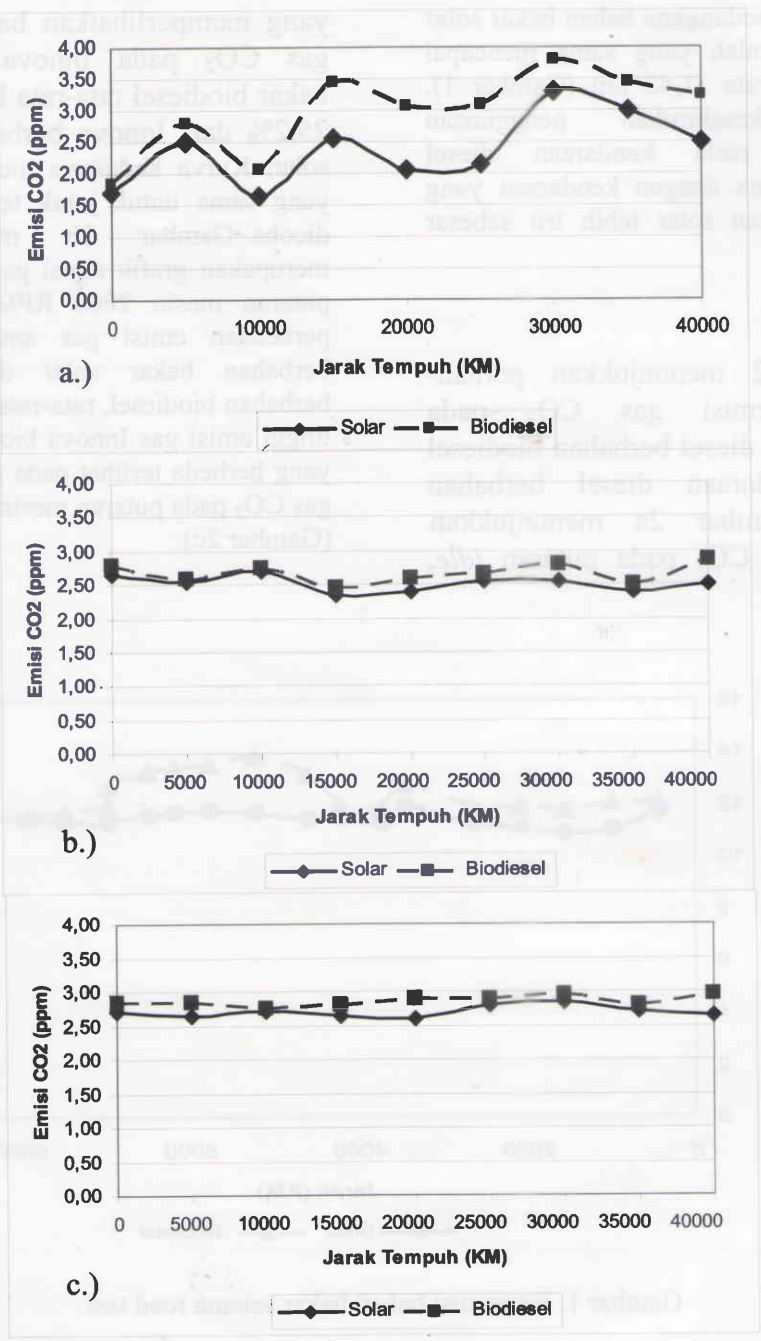
12,28 km, sedangkan bahan bakar solar dengan jumlah yang sama mencapai jarak rata-rata 11,42 km (Gambar 1). Secara keseluruhan penggunaan biodiesel pada kendaraan diesel dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan solar lebih irit sebesar 7,5%.

Emisi CO_2

Gambar 2 menunjukkan perbandingan emisi gas CO_2 pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan kendaraan diesel berbahan solar. Gambar 2a menunjukkan emisi gas CO_2 pada putaran *idle*, yang memperlihatkan bahwa emisi gas CO_2 pada Innova berbahan bakar biodiesel rata-rata lebih tinggi 25,2% dari Innova berbahan bakar solar. Kurva keduanya memiliki pola yang sama untuk jarak tempuh yang dicoba. Gambar 2b menunjukkan merupakan grafik emisi gas CO_2 pada putaran mesin 2000 RPM. Terdapat perbedaan emisi gas antara Innova berbahan bakar solar dan Innova berbahan biodiesel, rata-rata 5,9% lebih tinggi emisi gas Innova biodiesel. Pola yang berbeda terlihat pada grafik emisi gas CO_2 pada putaran mesin 3000 RPM (Gambar 2c).



Gambar 1. Konsumsi bahan bakar selama road test



Gambar 2. Emisi gas CO_2 pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan solar. a.) pada putaran idle; b.) pada putaran 2000 RPM; c.) pada putaran 3000 RPM

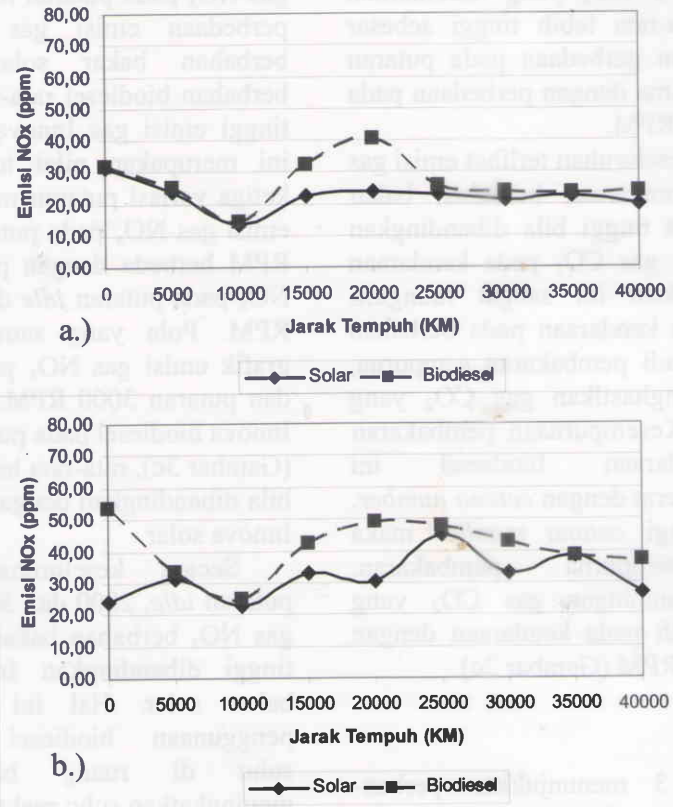
Emisi gas CO_2 yang dikeluarkan biodiesel rata-rata lebih tinggi sebesar 5,9%. Besaran perbedaan pada putaran 2000 RPM sama dengan perbedaan pada putaran 3000 RPM.

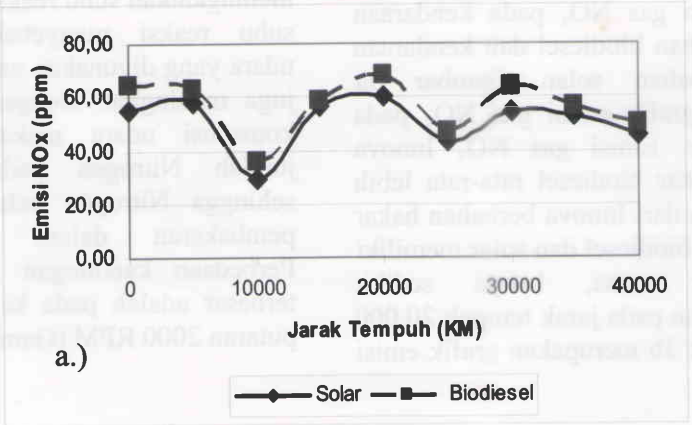
Secara keseluruhan terlihat emisi gas CO_2 pada kendaraan berbahan bakar biodesel lebih tinggi bila dibandingkan dengan emisi gas CO_2 pada kendaraan solar. Perbedaan ini sangat mungkin terjadi karena kendaraan pada berbahan biodiesel terjadi pembakaran sempurna, sehingga menghasilkan gas CO_2 yang lebih besar. Kesempurnaan pembakaran pada kendaraan biodiesel ini berhubungan erat dengan *cetana number*. Semakin tinggi *cetana number* maka semakin sempurna pembakaran. Perbedaan kandungan gas CO_2 yang terbesar adalah pada kendaraan dengan putaran 3000 RPM (Gambar 2c).

Emisi NOx

Gambar 3 menunjukkan perbandingan emisi gas NO_x pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan kendaraan diesel berbahan solar. Gambar 3a merupakan grafik emisi gas NO_x pada putaran *idle*. Emisi gas NO_x Innova berbahan bakar biodiesel rata-rata lebih tinggi 19,3% dari Innova berbahan bakar solar. Kurva biodiesel dan solar memiliki pola yang sama, hanya sedikit penyimpangan pada jarak tempuh 20.000 Km. Gambar 3b merupakan grafik emisi gas NO_x pada putaran mesin 2000 RPM, perbedaan emisi gas antara Innova berbahan bakar solar dan Innova berbahan biodiesel rata-rata 29,5% lebih tinggi emisi gas Innova biodiesel, nilai ini merupakan nilai tertinggi diantara ketiga variasi putaran mesin. Pola kurva emisi gas NO_x pada putaran mesin 2000 RPM berbeda dengan pola kurva emisi NO_x pada putaran *idle* dan putaran 3000 RPM. Pola yang sama terlihat pada grafik emisi gas NO_x pada putaran *idle* dan putaran 3000 RPM. Emisi gas NO_x Innova biodiesel pada putaran 3000 RPM (Gambar 3c), rata-rata lebih tinggi 11,5% bila dibandingkan dengan emisi gas NO_x Innova solar.

Secara keseluruhan baik pada putaran *idle*, 2000 dan 3000 RPM, emisi gas NO_x berbahan bakar biodiesel lebih tinggi dibandingkan Innova berbahan bakar solar. Hal ini terjadi karena penggunaan biodiesel meningkatkan suhu di ruang bakar sehingga meningkatkan suhu reaksi, meningkatnya suhu reaksi menyebabkan konsumsi udara yang digunakan untuk pembakaran juga meningkat. Dengan meningkatnya konsumsi udara maka meningkatkan jumlah Nitrogen pada pembakaran, sehingga Nitrogen keluar dari proses pembakaran dalam bentuk NO_x. Perbedaan kandungan gas NO_x yang terbesar adalah pada kendaraan dengan putaran 2000 RPM (Gambar 3b).





Gambar 3. Emisi gas NO_x pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan solar. a.) pada putaran idle; b.) pada putaran 2000 RPM; c.) pada putaran 3000 RPM

Emisi gas CO (karbon monoksida)

Emisi gas CO merupakan salah satu indikator ketidaksempurnaan proses pembakaran. Artinya bahwa semakin tinggi kadar gas CO pada gas buang kendaraan menunjukkan pembakaran tidak sempurna. Gambar 4 menunjukkan perbandingan emisi gas CO pada kendaraan diesel berbahan bakar biodiesel dan kendaraan diesel berbahan bakar solar. Gambar 4a menunjukkan emisi gas CO pada putaran idle. Emisi gas CO.

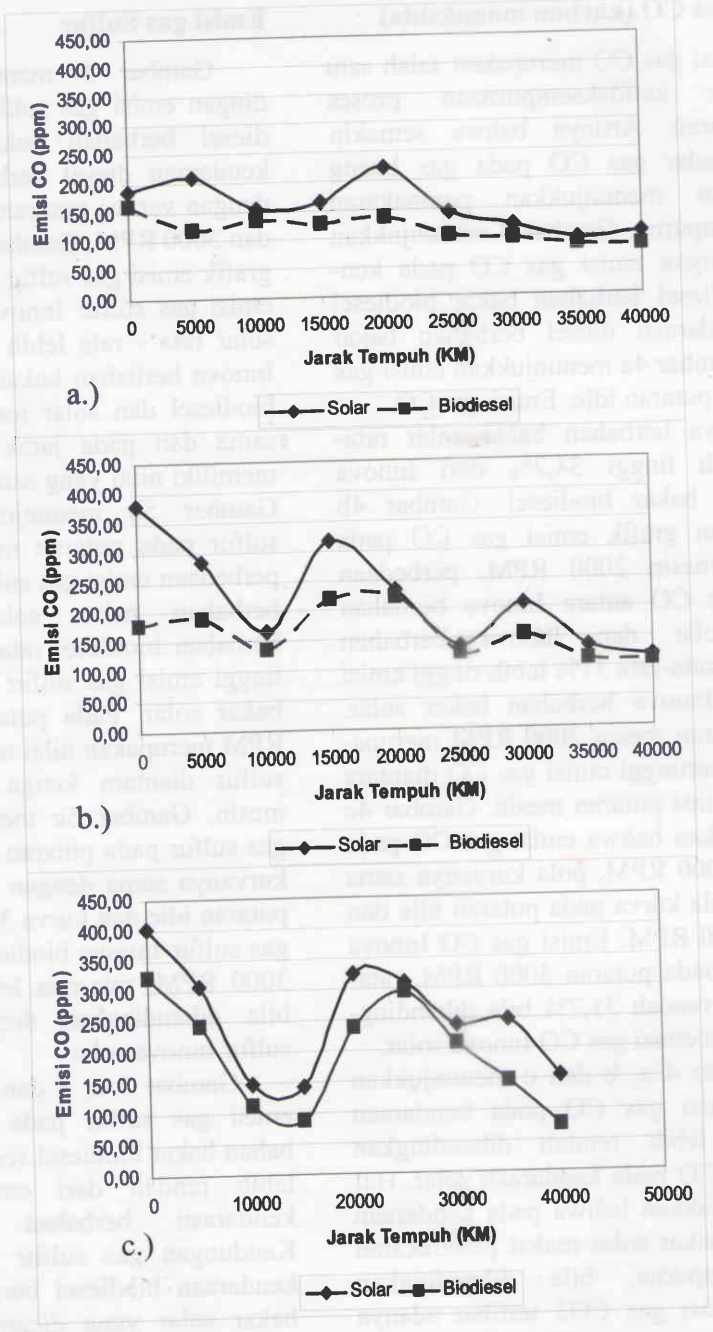
Innova berbahan bakar solar rata-rata lebih tinggi 34,2% dari Innova berbahan bakar biodiesel. Gambar 4b merupakan grafik emisi gas CO pada putaran mesin 2000 RPM, perbedaan emisi gas CO antara Innova berbahan bakar solar dan Innova berbahan biodiesel rata-rata 37% lebih tinggi emisi gas CO Innova berbahan bakar solar. Pada putaran mesin 2000 RPM merupakan nilai tertinggi emisi gas CO diantara ketiga variasi putaran mesin. Gambar 4c menunjukkan bahwa emisi gas CO pada putaran 3000 RPM, pola kurvanya sama dengan pola kurva pada putaran idle dan kurva 3000 RPM. Emisi gas CO Innova biodiesel pada putaran 3000 RPM, rata-rata lebih rendah 31,7% bila dibandingkan dengan emisi gas CO Innova solar.

Gambar 4 a, b dan c menunjukkan bahwa emisi gas CO pada kendaraan biodiesel lebih rendah dibandingkan emisi gas CO pada kendaraan solar. Hal ini menunjukkan bahwa pada kendaraan berbahan bakar solar reaksi pembakaran tidak sempurna, bila dibandingkan dengan emisi gas CO2 terlihat adanya korelasi yang menunjukkan jika gas CO tinggi maka emisi gas CO2 rendah.

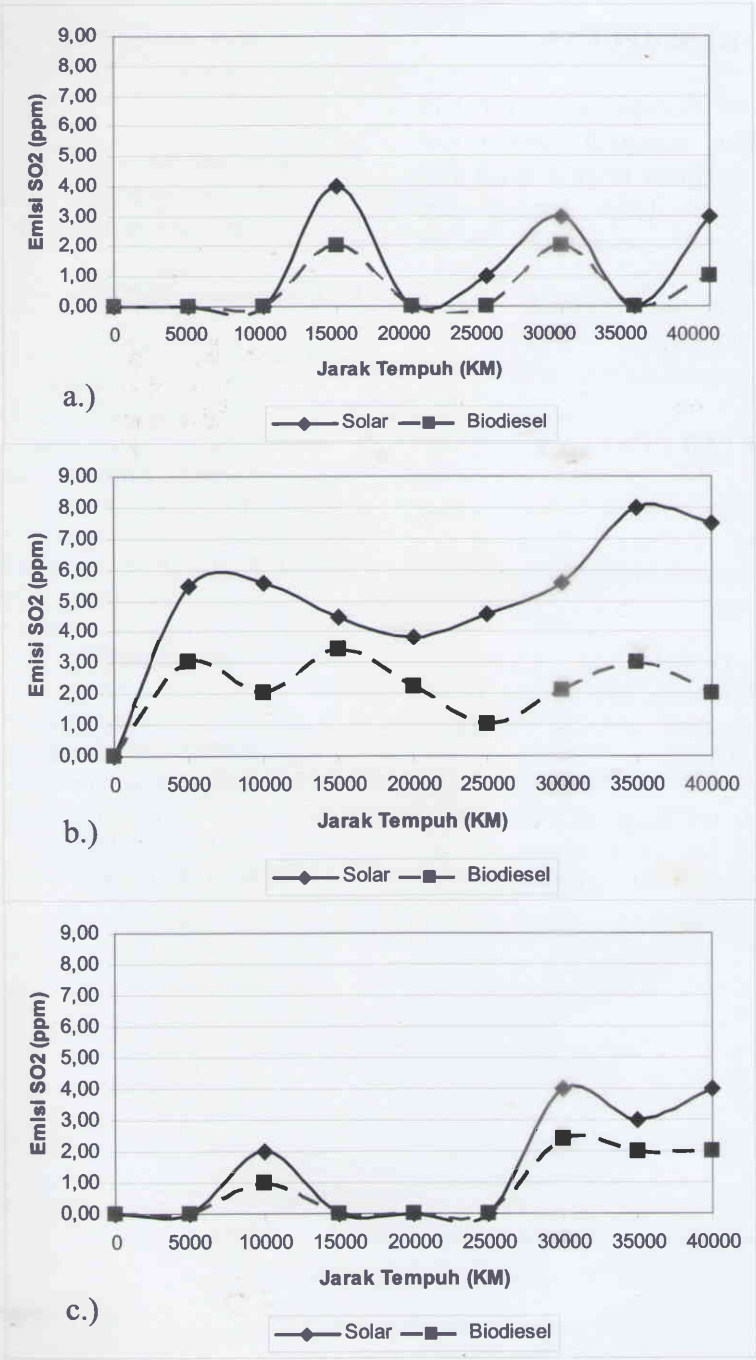
Emisi gas Sulfur

Gambar 5 menunjukkan perbandingan emisi gas sulfur pada kendaraan diesel berbahan bakar biodiesel dan kendaraan diesel berbahan bakar solar dengan variasi putaran mesin idle, 2000, dan 3000 RPM. Gambar 5a menunjukkan grafik emisi gas sulfur pada putaran idle, emisi gas sulfur Innova berbahan bakar solar rata - rata lebih tinggi 120% dari Innova berbahan bakar biodiesel. Kurva biodiesel dan solar memiliki pola yang sama dan pada jarak tempuh tertentu memiliki nilai yang sama sebesar 0 ppm. Gambar 5b menunjukkan emisi gas sulfur pada putaran mesin 2000 RPM, perbedaan emisi gas sulfur antara Innova berbahan bakar solar dan Innova berbahan biodiesel rata-rata 140% lebih tinggi emisi gas sulfur Innova berbahan bakar solar. Pada putaran mesin 2000 RPM merupakan nilai tertinggi emisi gas sulfur diantara ketiga variasi putaran mesin. Gambar 5c menunjukkan emisi gas sulfur pada putaran 3000 RPM, pola kurvanya sama dengan pola kurva pada putaran idle dan kurva 3000 RPM. Emisi gas sulfur Innova biodiesel pada putaran 3000 RPM, rata-rata lebih rendah 75% bila dibandingkan dengan emisi gas sulfur Innova solar.

Gambar 5 a, b dan c menunjukkan emisi gas sulfur pada kendaraan berbahan bakar biodiesel secara keseluruhan lebih rendah dari emisi gas sulfur kendaraan berbahan bakar solar. Kandungan gas sulfur yang ada pada kendaraan biodiesel berasal dari bahan bakar solar yang dicampurkan dengan biodiesel.



Gambar 4. Emisi gas CO pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan solar. a.) pada putaran idle; b.) pada putaran 2000 RPM; c.) pada putaran 3000



Gambar 5. Emisi gas Sulfur pada kendaraan diesel berbahan biodiesel dan solar. a.) pada **putaran** idle; b.) pada putaran 2000 RPM; c.) pada putaran 3000 RPM

KESIMPULAN

Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar kendaraan secanggih *common rail* mampu menghasilkan tingkat emisi CO dan sulfur yang lebih rendah dan pembakaran lebih sempurna. Selain tingkat emisi yang lebih rendah, pengunaan biodiesel juga dapat menghemat bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

1. BRAIN, M. 2007. "How Diesel Engines Work." [Online] Available http://www.howstuffworks.com/diesel2.htm.

2. DARNOKO, D. and A. M. CHERYAN. 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification. JAOCS. 77 (12) : 1263-67.

3. HAAS, M .J. and K. M. SCOTT. 1996. Diesel fuel as a solvent for the lipase-catalyzed alcoholysis of triglycerides and phosphatidylcholine. J. Am. Oil Chem. Soc. 73(11): 1497-1504

http://www.bphmigas.go.id/p/system/modules/org.opencms.frontend.templateone/pages/search.html

http://www.oilworld.biz

4. MITTELBACH, M. and C. REMSCMIDT. 2004. Biodiesel : The Comprehensive handbook, 1st Edition, Boersedruck Ges.m.b.H, Vienna, Austria. Noureddini, H. dan D. Zhu. 1997.

5. NASUTION, M. A., DARNOKO, dan T. HERAWAN. 2006. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, volume 14, No. 2, Agustus 2006.

6. SCHAFER, A. 1998. Palm oil fatty acid methyl ester (POME) as diesel fuel in Malaysia. Proceedings of the biofuel, 1998 PORIM International Biofuel and Lubricant Conference. Kuala Lumpur, 4-5 May, 1998.