

Analisa Pengaruh Glycerid Pada Biodiesel Dengan Kadar B50 Dan B100 Terhadap Pembentukan Deposit Di Injektor Menggunakan Siklus Cecf98-08

Bambang Sugiarto^{1,a*}, Mokhtar^{2,b*}, M. Taufiq S^{3,c*}

¹Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

²Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

³Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

Email: ^abangsugi@yahoo.com, ^bMutar44@yahoo.com, ^ctaufiq_suryo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Bahan bakar nabati sebenarnya bukan bahan bakar yang baru, tetapi sudah sejak lama ditemukan dan digunakan. Namun perkembangan penggunaan bahan bakar nabati pada saat ini semakin gencar di kampanyekan karena melihat kondisi cadangan bahan bakar fosil yang semakin menipis. Penggunaan bahan bakar nabati pada mesin diesel sebenarnya tidak diperlukan perubahan sehingga bisa langsung digunakan. Namun karena adanya sifat dari bahan bakar nabati yang bisa cepat merusak mesin maka perlu diadakan penelitian tentang pengaruh biodiesel jika digunakan mesin diesel untuk operasional. Dari hasil pengujian bahan bakar solar dan B50 serta solar dan B100 memperlihatkan adanya penurunan power pada penggunaan biodiesel. Dari hasil uji ketahanan 70 jam tidak ada penurunan power mesin. Hasil analisa deposit dengan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi OH yang merupakan senyawa glicerol

Kata Kunci : biodiesel, deposit, endurance.

PENDAHULUAN

Penggunaan biodiesel pada mesin diesel tidak memerlukan modifikasi yang drastis agar mesin dapat beroperasi, namun demikian penggunaan biodiesel dalam waktu tertentu lebih merusak komponen mesin dibanding dengan bahan bakar diesel konvensional.

Indonesia memulai penggunaan bahan bakar alternatif, terutama dari bahan nabati pada tahun 2006 dengan dikeluarkannya Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2006, tanggal 25 Januari 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain, selain itu juga berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2006 tanggal 25 Januari tentang Kebijakan Energi Nasional. Berdasarkan Permen ESDM Nomor 25 tahun 2013 mengeluarkan kewajiban pencampuran Bahan Bakar Nabati (BBN) biodiesel ke solar sebesar 10 persen, sehingga saat ini solar yang beredar di pasaran adalah solar dengan campuran biodiesel sebesar 10%. Penggunaan biodiesel diharapkan bisa ditingkatkan pada tahun 2025 sebesar 20%.

Untuk itu pemerintah terus mendorong diadakannya penelitian tentang efek penggunaan biodiesel terhadap performa dan ketahanan mesin. Selain pemerintah, pihak produsen kendaraan juga terus melakukan penelitian tersebut untuk bisa memastikan bahwa produk yang dijual aman terhadap penggunaan biodiesel.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan oleh Faris Mulyadi tahun 2013, dimana pada penelitian itu di lakukan uji ketahanan mesin selama 200 jam dengan menggunakan bahan bakar B5 dan B50 untuk mengetahui karakterisasi deposit yang terjadi pada komponen mesin dan pertumbuhan deposit di injector tip.

Pada penelitian ini akan dilihat senyawa-senyawa pembentuk dari deposit terutama gliserin dan pengaruh pembentukan deposit terhadap kinerja mesin. Penelitian dilakukan dengan menggunakan siklus uji ketahanan CEC F98-08 dan dilakukan selama 70 jam dengan bahan bakar B50 dan B100. Penelitian dilakukan pada Engine Test Dinamometer.

LANDASAN TEORI

Bahan Bakar Diesel

1. Petroleum Diesel (Minyak Solar)

Solar adalah bahan bakar mesin diesel yang dihasilkan dari destilasi minyak bumi dengan suhu antara 200°C (392°F) dan 350°C (662°F) pada tekanan atmosfer, sehingga campuran rantai karbon biasanya berisi antara 8 dan 21 atom karbon per molekul. Penggunaan solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1000 rpm), yang juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur

kecil yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih. Minyak solar ini biasa disebut juga Gas Oil, Automotive Diesel Oil, High Speed Diesel (Pertamina: 2005)

2. Biodiesel

Konsep penggunaan minyak tumbuh-tumbuhan sebagai bahan pembuatan bahan bakar sudah dimulai pada tahun 1895 saat Dr. Rudolf Christian Karl Diesel (Jerman, 1858-1913) mengembangkan mesin kompresi pertama yang secara khusus dijalankan dengan minyak tumbuh-tumbuhan. Mesin diesel atau biasa juga disebut Compression Ignition Engine yang ditemukannya itu merupakan suatu mesin motor penyalaan yang mempunyai konsep penyalaan di akibatkan oleh kompresi atau penekanan campuran antara bahan bakar dan oxygen didalam suatu mesin motor, pada suatu kondisi tertentu. Konsepnya adalah bila suatu bahan bakar dicampur dengan oxygen (dari udara) maka pada suhu dan tekanan tertentu bahan bakar tersebut akan menyala dan menimbulkan tenaga atau panas. Pada saat itu, minyak untuk mesin diesel yang dibuat oleh Dr. Rudolf Christian Karl Diesel tersebut berasal dari minyak sayuran. Tetapi karena pada saat itu produksi minyak bumi (petroleum) sangat melimpah dan murah, maka minyak untuk mesin diesel tersebut digunakan minyak solar dari minyak bumi. Namun dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi maka penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternative sangat dibutuhkan.

Biodiesel dapat diproduksi dari berbagai minyak nabati dan lemak hewan. Diantaranya minyak sawit, kelapa, jagung, kedelai, *jatropha*, *castor*, nyamlung, kisemir dll. Di Indonesia minyak tumbuhan yang potensial untuk diolah menjadi bahan bakar alternative mesin diesel adalah minyak kelapa sawit. Namun karena minyak sawit juga banyak dibutuhkan untuk pangan, membuat harganya menjadi tinggi, tidak kompetitif dan ketersediaannya tidak terjamin. Untuk itu perlu diupayakan bahan baku lain sebagai pendamping minyak sawit, terutama minyak nabati non pangan seperti *jatropha* dan *castor*. Dengan *blending* sawit-*jatropha*-*castor* diharapkan akan memperbaiki sifat kimia fisik biodiesel.

Biodiesel yang dalam bahasa kimia disebut Fatty Acid Methyl Ester (FAME) merupakan hasil reaksi antara asam lemak dengan metanol melalui proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis KOH, hasil yang didapat berupa biodiesel dengan hasil sampingan berupa endapan gliserol.

Biodiesel yang sudah dikembangkan sejak tahun 1893 ini memiliki banyak varian sesuai dengan bahan baku pembuatannya yang bisa

dilihat di tabel di kata pengantar. Tentu saja dengan perbedaan bahan bakunya, maka akan menghasilkan perbedaan sifat fisik dan kimianya.

Secara umum biodiesel dan diesel fuel memiliki beberapa kemiripan tetapi juga beberapa perbedaan. Sebagai sampel dipilih biodiesel dengan bahan baku Palm Oil yang diasumsikan memiliki kemiripan dengan bahan baku yang dipakai dengan penelitian ini yakni minyak goreng.

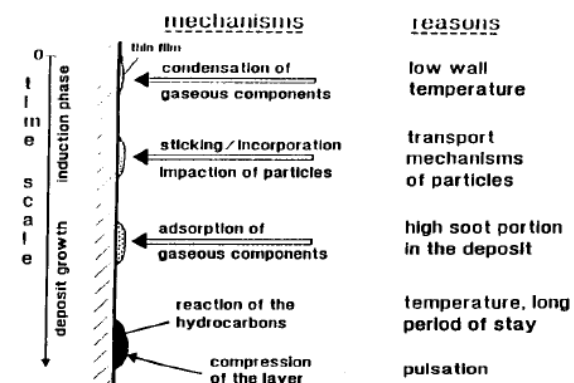
Tabel 1. Perbedaan sifat kimia dan fisik diesel fuel dan biodiesel

	Diesel Fuel	Biodiesel
Densitas (g/cm ³ , at 21°C)	0.820-0.860	0.864
Viskositas Kinematis (mm ² /s, at 40°C)	2-4.5	4.71
Flash Point (°C)	55	135
Cloud Point (°C)	-18	16
Pour Point (°C)	-25	12

Berdasarkan tabel di atas dapat dianalisa bahwa akan muncul permasalahan dalam mengalirkan bahan bakar ketika biodiesel dipakai di tempat yang memiliki suhu ruangan yang relatif dingin, akan tetapi jika dipakai di iklim Indonesia, secara umum permasalahan tersebut tidak akan terasa. Akan tetapi perbedaan viskositas dan flash point ini yang nantinya akan menjadi sumber pembentukan deposit di ruang bakar.

Mekanisme Pembentukan Deposit

Menurut Lepperhoff, et. Al. (1993) deposit terbentuk melalui proses sebagai berikut:



Gambar 1. Mekanisme pembentukan deposit [3]

Proses pembentukan deposit dapat dibagi menjadi fase induksi dan fase pertumbuhan deposit. Pada kondisi kering, dinding tidak lengket, tidak ada partikel karbon yang menempel. Untuk membentuk deposit, media kontak antara permukaan dinding dan partikel diperlukan.

Media kontak ini adalah komponen yang memiliki titik didih tinggi, sebagian besar komponen tersebut adalah hidrokarbon. Selama fase induksi, pembentukan deposit dimulai dengan kondensasi hidrokarbon dengan titik didih yang tinggi pada dinding. Dalam lapisan lengket yang sangat tipis ini, partikel-partikel yang tertangkap mirip dengan flypaper effect. Deposit tumbuh terus menerus dengan penambahan dan penggabungan partikel ke lapisan. Dengan meningkatnya ketebalan deposit, efek isolasi terjadi. Hal ini menyebabkan peningkatan suhu permukaan dan kekuatan ikatan yang rendah membatasi deposisi partikel yang berlebih. Komponen gas berdifusi melalui lapisan berpori dan teradsorpsi atau mengembun di lapisan suhu yang lebih rendah. Hal ini menyebabkan peningkatan kepadatan lapisan yang didukung oleh aliran gas.

Mekanisme Pelepasan Deposit

mechanisms	reasons
oxidation (soot, HC)	high gas/deposit temperature
evaporation (volatile fraction)	temperature increase
desorption (gaseous comp.)	mainly temperature increase
abrasion (compl. deposits)	low adhesive forces
break off (porous deposits)	shearing stresses
wash off	flow of liquids

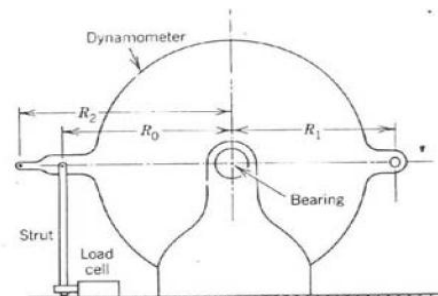
mekanisme fisik, mekanik dan kimia. Mekanisme fisik adalah penguapan dan desorpsi komponen volatile dan gas serta mekanisme pembilasan. Penguapan dan desorpsi diawali dengan peningkatan suhu. Sebagai contoh, ini bisa terjadi pada permukaan deposit dengan efek isolasi termal dari deposit itu sendiri. Cairan seperti air atau bahan bakar membilas deposit yang dapat larut.

Mekanisme mekanik adalah abrasi deposit secara lengkap atau sebagian dan rusaknya pori-pori deposit. abrasi deposit terjadi ketika gaya aerodinamis melebihi kekuatan ikatan deposit. Efek breaking off diawali dengan perubahan suhu yang mengakibatkan perubahan panjang antara dinding dan lapisan deposit. Perubahan panjang yang tidak seimbang ini diakibatkan karena perbedaan elastisitas, hal ini menyebabkan tekanan geser yang dapat memulai terjadinya mekanisme breaking off. Mekanisme kimia adalah pembilasan bagian deposit yang dapat larut, karbon yang teroksidasi dan deposit hidrokarbon. Pelarut dapat mempengaruhi pelepasan deposit

dan mencegah kompoinen depositable menempel. Air kondensat dapat bekerja sebagai pembilas dari anorganic deposit. Untuk mengoksidasi karbon dan/atau deposit hidrokarbon, lingkungan yang kaya oksigen, dibutuhkan suhu dan waktu tertentu. Oksidasi dimulai pada suhu kurang lebih diatas 200°C untuk hidrokarbon dan 500°C untuk karbon. Suhu tinggi ini dapat disebabkan oleh gas dengan suhu yang tinggi atau suhu dinding deposit yang tinggi.

Pengukuran Daya Mesin

Pengukuran daya mesin dilakukan dengan menggunakan DC dynamometer



Gambar 3. Pengukuran Torsi [4]

Dynamometer dihubungkan dengan bearing dan dihubungkan oleh sebuah batang dengan load cell. Ketika dynamometer menyerap atau menyediakan energi, torsi reaksi diterima oleh dynamometer. Jika gaya yang diterima batang ialah F , maka torsi yang dihasilkan mesin ialah : $\tau = F \cdot R_0$. Besarnya F diukur menggunakan load cell. Untuk kalibrasi, lengan lever ditempatkan pada R_1 dan R_2 untuk mengetahui beban menggantung. Power dihitung dengan input berupa pembacaan hasil yang tertera pada voltmeter dan amperemeter dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

$$BHP = E \cdot I / 746 e_g$$

Dimana :

BHP = Brake horse power

E = hasil pembacaan pada voltmeter

I = hasil pembacaan pada amperemeter

e_g = efisiensi dari generator

Rumus diatas digunakan jika generator

dihubungkan atau dikopling langsung dengan

crankshaft atau flywheel mesin, jika dihubungkan dengan belt maka :

$$\text{Real BHP} = BHP / e_b$$

Dengan e_b adalah efisiensi belt untuk :

- Flat belt $e_b = 0,95$
- V belt $e_b = 0,96$

Fuel Consumption

$$BFC = \frac{3600 \cdot V}{t}$$

BFC = Brake Fuel Consumption (L/h)
V = Volume buret (L)
t = Waktu konsumsi bahan bakar (s)

BFC (*Brake Fuel Consumption*) adalah jumlah volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin setiap satu jam untuk bekerja.

2. Specific Fuel Consumption

$$BSFC = \frac{BFC}{BHP}$$

BSFC = Brake Specific Fuel Consumption (L/kW.h)

BFC = Brake Fuel Consumption (L/h)

BHP = Brake Horse Power (kW)

BSFC adalah jumlah volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin untuk melakukan kerja 1 kW selama satu jam.

Tabel 3. Spesifikasi Mesin

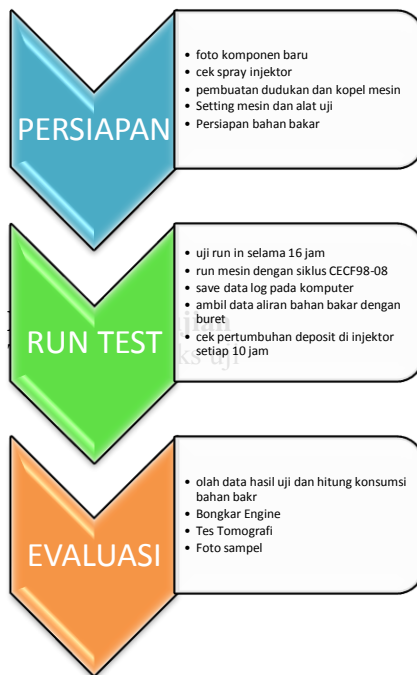
Engine Model	L48N
Type	4stroke, vertical cylinder, air cooled diesel engine, direct injection
No.Of Cylinders	1
Displacement	0.219 l
Bore x Stroke	70 x 57 (mm)
Continous Rated Output	3.1 kW at 3600 rpm 2.8 kW at 3000 rpm
Max Rated Output	3.5 kW at 3600 rpm 3.1 kW at 3000 rpm
Fuel oil tank capacity	2.4 l



Gambar 4. Mesin Uji

METODOLOGI PENELITIAN

1. Alur Penelitian



Keterangan :

B50 : biosolar pertamina + 50% biodiesel

B100 : 100% biodiesel

Mesin Uji

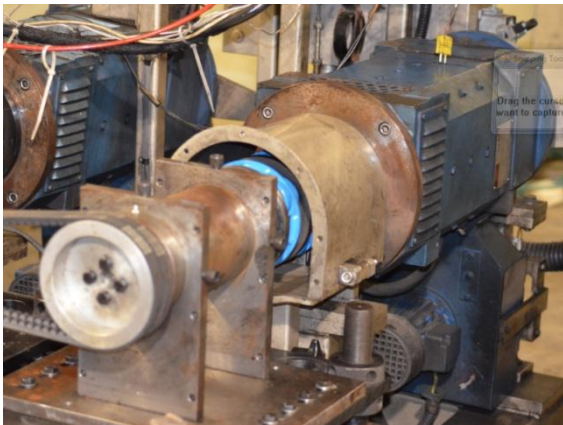
Mesin yang digunakan untuk pengujian adalah mesin diesel satu silinder stationary merk Yanmar dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kode Tes	Bahan Bakar	Uji			Keterangan
		Performance	Ketahanan	FTIR	
Tes 1	BioSolar				Injektor, valve dan piston baru, silinder head 1
	BS50				
Tes 2	BioSolar				Injektor, valve dan piston baru, silinder head 2
	B100				

DC Dinamometer

DC dynamometer digunakan untuk menguji mesin dengan siklus CEC F98-08, agar bisa mendapatkan variasi beban sesuai dengan siklus tersebut. Spesifikasi dari DC dynamometer yang digunakan adalah sebagai berikut :

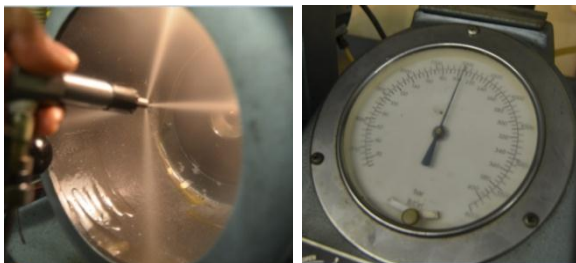
Output : 30 kW
 Volt : 400
 Amp : 85
 Rpm : 3000/4000
 Merk : Bull Electric



Gambar 5. DC Dinamometer

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Spray Injektor



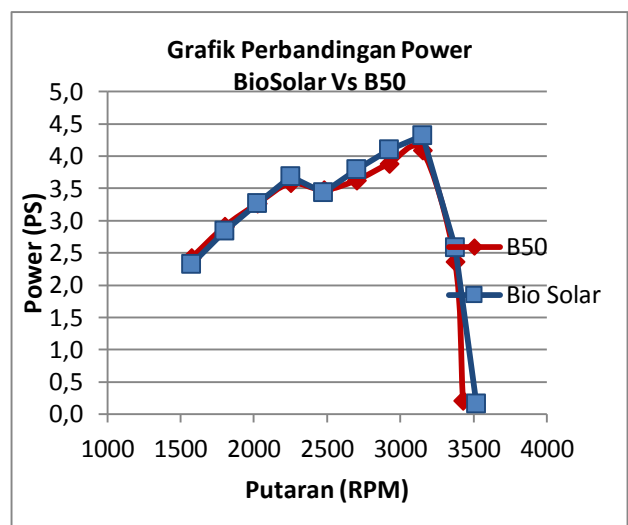
Gambar 6. Uji Spray Injektor

Hasil pengujian spray injector memperlihatkan bahwa injector memiliki pengabutan yang baik dan beroperasi pada tekanan 210 bar.

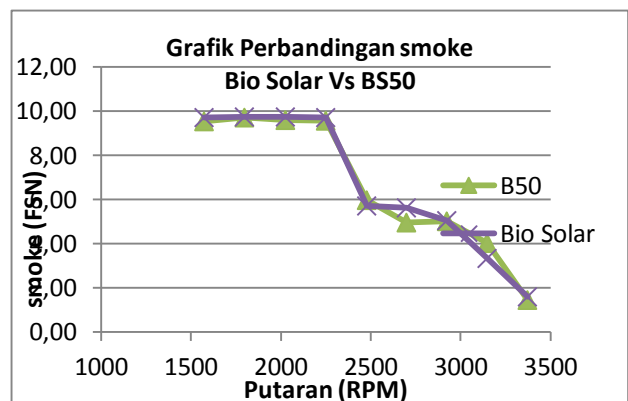
2. Uji Performance

Tes 1

Hasil uji performance Tes 1 adalah sebagai berikut



Gambar 7. Graffik Power Biosolar Vs BS50



Gambar 8. Graffik Power Biosolar Vs BS50

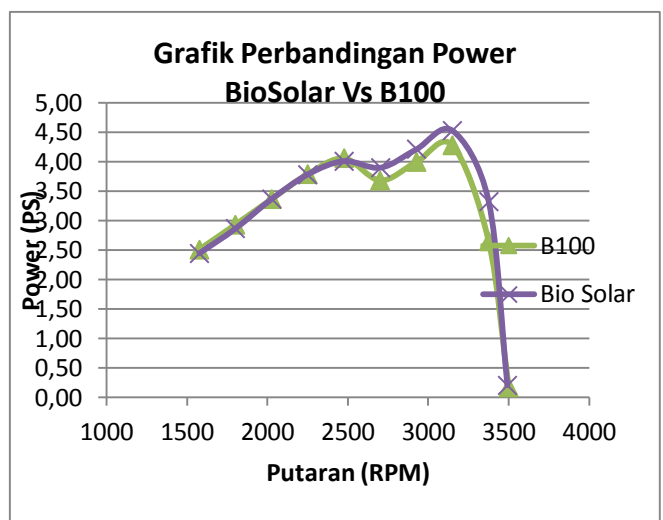
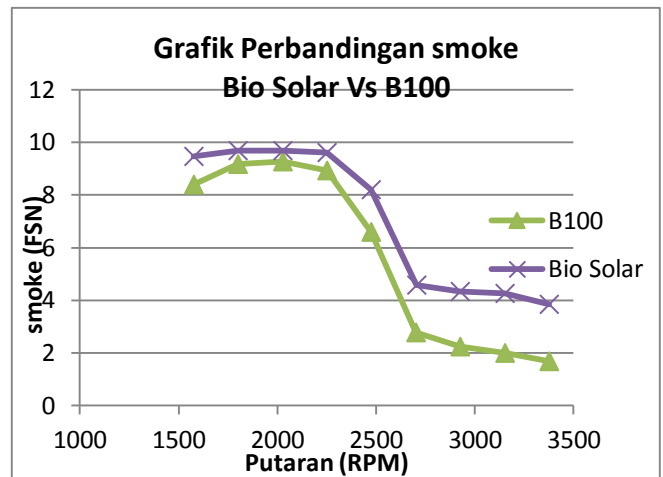
Dari grafik hasil pengujian performance terlihat bahwa tren antara bahan bakar solar dengan BS50 mirip dan didapatkan bahwa :

- Brake Power maksimal untuk mesin menggunakan bahan bakar solar adalah sebesar 4,32 PS sedangkan dengan bahan bakar BS50 adalah sebesar 4,11 PS pada

putaran 3150 rpm. Ada perbedaan sebesar 8,3% dimana BS50 lebih rendah dibanding solar. Nilai power mesin sebanding dengan nilai kalor bahan bakar per kilogram. Berdasarkan Informasi Teknis Biodiesel yang dikeluarkan ESDM tahun 2013 menyebutkan bahwa nilai kalor biodiesel lebih rendah 5 – 10% dibanding solar. Nilai kalor solar 42,7 MJ/kg dan nilai kalor Biodiesel 37 MJ/kg. “Power dan torsi mesin ketika menggunakan biodiesel 3-5% hal tersebut karena biodiesel mengandung energy yang lebih rendah per unit volume dibanding petro diesel” (Gauraf D et al. 2011).

- Ryan et al (1984) dan EM. Shahid (2008) mengatakan bahwa atomisasi dan karakterisasi dari spray injeksi dari minyak tumbuhan sangat berbeda dibanding minyak diesel karena disebabkan viskositas minyak tumbuhan lebih tinggi, daya yang dihasilkan juga sedikit lebih rendah ketika menggunakan minyak tumbuhan.
- “Nilai maksimum pada grafik antara Daya dan kecepatan mesin disebut sebagai *Rated Brake Power (RBP)*. Pada kecepatan mesin yang tinggi, daya output berkurang karena nilai gaya gesekan semakin bertambah” (Bambang S, Motor Pembakaran Dalam, 2005). Pada grafik power terlihat setelah mesin melewati *Rated Brake Power* maka Daya mesin akan turun karena nilai gesekan yang semakin tinggi.
- Tren emisi smoke antara mesin yang menggunakan bahan bakar solar dengan BS50 mirip. Nilai emisi smoke mesin yang menggunakan bahan bakar solar dengan hamper sama dan hanya berbeda pada beberapa titik.
- Soot terjadi karena pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna. Berdasarkan penelitian Kazuhiro Hayasida (2012) mengatakan bahwa emisi Soot akan meningkat dengan meningkatnya kandungan aromatic didalam bahan bakar.
- Dengan menaikkan kandungan biodiesel maka kandungan aromatic akan berkurang dan untuk bahan bakar biodiesel B100 tidak ada kandungan aromatic sehingga bisa menyebabkan emisi smoke lebih rendah dibanding dengan mesin dengan bahan bakar solar.

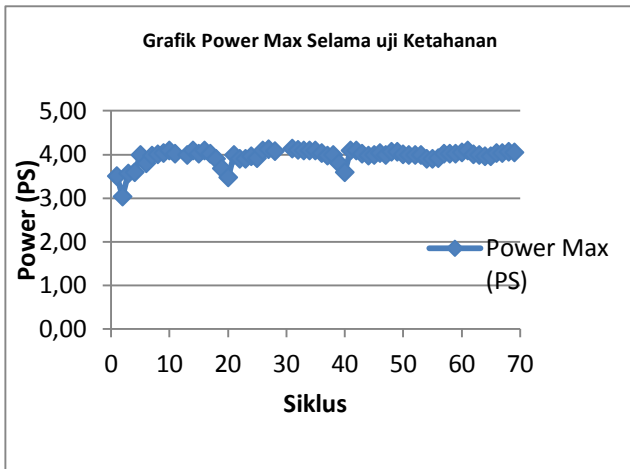
Tes 2



Dari grafik hasil pengujian performance terlihat bahwa tren antara bahan bakar solar dengan B100 mirip dan didapatkan bahwa :

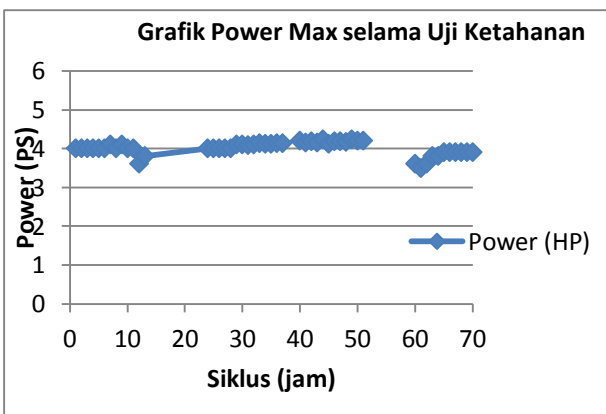
- Power maksimal untuk mesin menggunakan bahan bakar solar adalah sebesar 4,53 PS sedangkan dengan bahan bakar B100 adalah sebesar 4,28 PS pada putaran 3150 rpm. Ada perbedaan sebesar 5,5 % dimana B100 lebih rendah dibanding Biosolar. Nilai power mesin sebanding dengan nilai kalor bahan bakar per kilogram. Tren emisi smoke antara Biosolar dengan B100 mirip, nilai smoke B100 lebih rendah dibanding dengan solar. “Mesin yang menggunakan biodiesel emisi gas buangnya lebih rendah karena biodiesel mengandung oksigen, selain itu aromatic dan sulfurnya lebih rendah” (Gauraf D et al. 2011)

3. Uji Ketahanan Tes 1



Dari grafik uji ketahanan mesin yanmar dengan bahan bakar BS50 terlihat bahwa nilai power maksimal dari mesin masih stabil yaitu sekitar 4 PS yang merupakan nilai power maksimal dari mesin, artinya selama 70 jam belum terjadi pengaruh yang signifikan dari pertumbuhan deposit terhadap kinerja mesin. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan deposit pada injector tip belum mengganggu lubang nosel injector sehingga spray dari injector masih baik. Hal ini bisa dilihat dari aliran bahan bakar yang tetap stabil.

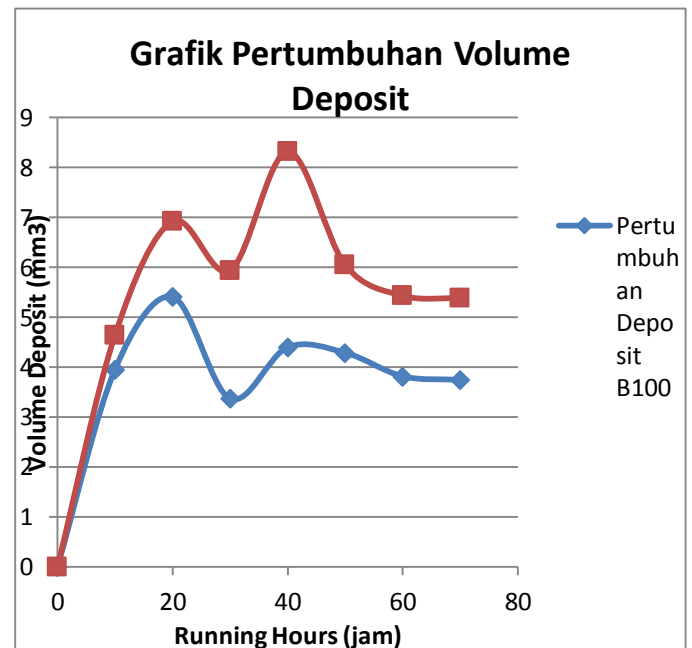
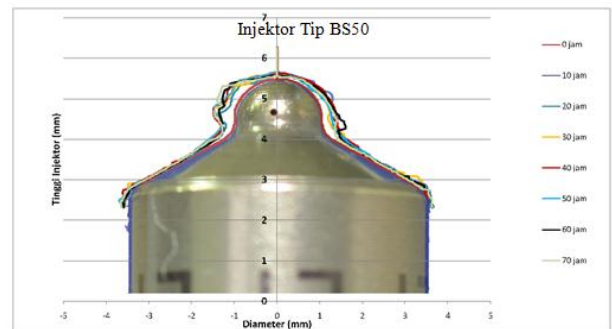
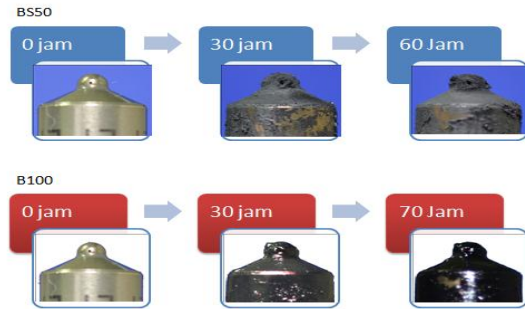
Tes 2

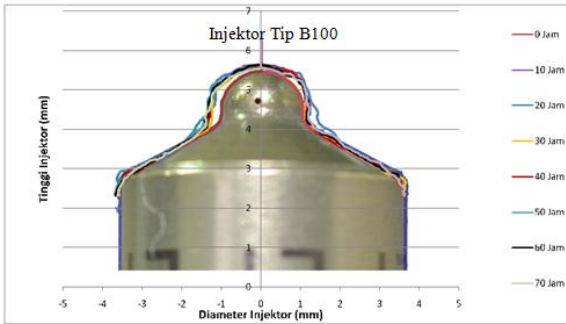


Untuk pengujian mesin yanmar dengan bahan bakar B100 hasilnya masih sama dengan pengujian dengan bahan bakar BS50, belum terjadi penurunan terhadap kinerja mesin.

Tingkat Pertumbuhan Deposit

Pertumbuhan deposit pada injector dapat dilihat pada gambar diwah ini





Dari kedua set gambar diatas (BS 50 & B100) terlihat adanya perbedaan yang mencolok. Pada BS 50 tidak terlihat basah. Akan tetapi apabila diteliti secara fisik BS 50 juga cukup basah (oily). Sedang pada B100 dari gambar sudah terlihat basah. Sehingga pada B100 pembakaran pada ruang bakar tidak berjalan dengan optimal. Suhu ruang bakar tidak cukup membakar semua bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor. Spray yang dihasilkan B100 tidak menghasilkan semprotan yang dapat dibakar secara sempurna didalam ruang bakar. Seperti diketahui besar droplet biodiesel lebih besar dari droplet solar demikian juga sudut semprotan. Kemungkinan bentuk spray, diameter droplet dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan berpengaruh terhadap pembasahan pada injektor tip. Hal tersebut perlu adanya penelitian yang lebih dalam terhadap spray dan volume bahan bakar pada B100. Karena hal deposit.

Hasil Analisa Bahan Bakar

Tabel 4. Hasil uji bahan bakar

No	Parameter	Methods	Result	Unit	Standard ASTM D7467
1	Density at 40°C	ASTM D1298	0,858	Kg/m ³	860 - 890
2	Viscosity kinematic at 40°C	ASTM D445	3,813	cSt	2,3 - 6
3	Water and Sedimen content	ASTM D2709	<0,05	% V	Max 0,05
4	Oxidation stability	EN 14112	>24	hours	Min. 6
5	Ester content	FBI-A06-04	98,545	% V	96,5
6	Total acid number	FBI A01-03	0,16	mgKOH/gr	Max 0,6
7	Free glycerol content	FBI A02-03	0,00664	%w	Max 0,02
8	Total glycerol content	FBI-A02-03	0,1344	% w	Max 0,24
9	Iodine conten	FBI-A04-03	9,5117	% w	Max 115

Free glycerol content biodiesel adalah sebesar 0,0064% w, artinya adalah jumlah gliserol bebas yang ada dalam biodiesel sebesar 0,0064 % dari berat biodiesel. Nilai free gliserol digunakan untuk menentukan kesuksesan proses pencucian atau purifikasi biodiesel.

Total glycerol content biodiesel adalah sebesar 0,1344 % w, artinya adalah jumlah total dari gliserol baik yang bebas maupun yang terikat (monogliserol, digliserol dan trigliserol) adalah

tersebut akan sangat berpengaruh pada pembentukan deposit pada injektor tip atau didalam saluran injektor dan juga pada emisi yang dihasilkan oleh mesin.

Pada pertumbuhan BS50 terlihat lebih bervariasi dalam hal bentuknya. Adanya mekanisme penumpukan dan pelepasan sangat terlihat analisa photography. Selain itu volume yang dihasilkan BS50 lebih banyak dari pada B100. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi injektor B100 yang basah. Kemungkinan deposit yang dihasilkan pada B100 terlepas/luruh mengikuti cairan yang berada di permukaan injektor.

Selain bertambah deposit selama uji ketahanan juga mengalami pelepasan, hal ini disebabkan karena abrasi dan break off karena adanya tekanan yang besar yang melebihi kekuatan ikatan

sebesar 0,1344 % dari berat biodiesel. Nilai total glycerol digunakan untuk menentukan kesuksesan proses (katalis, methanol, suhu sudah terpenuhi) dalam pembuatan biodiesel.

Hasil Analisa Deposit

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Keterangan
3436	O-H	kemungkinan berasal dari bahan air, alkohol, gliserin dan trigliserida. Karena sampel sudah dikeringkan (105 deg C) maka kandungan air tidak ada. Dan alkohol menguap pada suhu kamar. Sehingga kemungkinan berasal dari gliserol atau gliserida
2926,2855	CH ₂ , CH ₃ , CH	
3007	C=C-H	
1743	C=O	Dari Ester group yang merupakan bahan bakar biodiesel yang tidak terbakar
1171, 1197	R-C-O	Acyl
1119	R-C-O	Alcoxyl
1462, 1438	CH ₂	
724	CH ₂	
881	R ₂ = CH ₂	
1350	-CH ₃	

- Ada sedikit penurunan power sekitar 3 – 8 % akibat penggunaan bahan bakar biodiesel terhadap performance mesin jika dibandingkan dengan solar. Akan tetapi emisi yang dihasilkan menjadi lebih rendah
- Dari grafik pertumbuhan deposit pada injektor terlihat adanya penambahan dan pengurangan jumlah deposit selama pengujian ketahanan 70 jam berlangsung masih aman menggunakan BS50 dan B100 pada mesin
- Dari hasil uji bahan bakar biodiesel terlihat adanya free glycerol dan total glycerol dalam jumlah 0,1344 % w dan dari hasil analisa deposit dengan menggunakan FTIR terdapat indikasi adanya gugus fungsi OH yang identik dengan glycerol.
- Analisa deposit dengan menggunakan FTIR terlihat adanya kenaikan jumlah persentasi gugus OH pada depoasit hasil uji dengan bahan bakar B100 dibanding dengan deposit dengan bahan bakar BS50.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yubaidah, Siti. Stabilitas Oksidasi Biodiesel Sawit-Jatropa-Castor dan Pengaruhnya Terhadap Emisi Gas Buang: Universitas Indonesia, 2009
- [2] M. Taufik S, Bambang S, Faris M. Development and Characterization of Deposits in the Combustion Chamber Diesel Engine Fueled B50 at 200 Hours Endurance Test : Universitas Indonesia, 2013
- [3] G. Lepperhoff & M. Houben. Mechanisms of Deposit Formation in Internal Combustion Engines and Heat Exchangers: FEV Motorentchnik GmbH & Co. KG, 1993
- [4] Sugiarto, Bambang. Motor pembakaran Dalam : Universitas Indonesia, 2005
- [5] Mulyadi, Faris. Karakterisasi deposit pada mesin dengan bahan bakar campuran biodiesel kadar 7,7% dan 50% melalui pengujian endurance 200 jam : Universitas Indonesia, 2013
- [6] Rinaldo Caprotti, Nadia Bhatti and Graham Balfour. *Deposit Control in Modern Diesel Fuel Injection Systems*
- [7] Mittelbach M, Diesel Fuel Derived from Vegetable Oils, VI: Specifications and Quality Control of Biodiesel, Elsevier 1996
- [8] Gauraf D, Siddarth Jain, M.P. Sharma. *Impact Analysis of Biodiesel on Engine Performance-A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier 2011
- [9] Yusmady Mohamed Arifin, Masataka Arai, *The effect of hot surface temperature on diesel fuel deposit formation*, Fuel 89 (2010) 934–942.
- [10] Yung-Sung Lin, Hai-Ping Lin, *Spray characteristics of emulsified castor biodiesel on engine emissions and deposit formation*, Renewable Energy 36 (2011) 3507e3516,
- [11] Agarwal, A K, *Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines*, Progress in Energy and Combustion Science 33 (2007) 233–271.
- [12] Rakopoulos C.D., *Comparative performance and emissions study of a direct injection Diesel engine using blends of Diesel fuel with vegetable oils or bio-diesels of various origins*, Energy Conversion and Management 47 (2006) 3272–3287,
- [13] Liquat A.A, Masduky H.H, *Impact of palm biodiesel blend on injector deposit formation*, Applied Energy 111 (2013) 882–893.
- [14] Yusmady Mohamed Arifin, M.A., 2009, “*Deposition characteristics of diesel and bio-diesel fuels*, . Fuel 88 (2163-2170).
- [15] Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, *Informasi Teknis Biodiesel*, 2013.
- [16] A.E. Atabani, A.S. Silitonga, Irfan Anjum Badruddin, T.M.I. Mahlia, H.H. Masjuki, S. Mekhilef, *A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011