Study Effect of Additives on Viscosity Mixing Biodiesel Low Temperature

Sukarno[a], Berkah Fajar, TK[b], MSK Tony Suryo Utomo[b]

[a] *Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknik Wacana Manunggal Semarang*
Jl. Ketileng Raya No.6 (Kompl. SMK SNOP), Semarang 50272, Indonesia

[b] *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang*
Jl. Prof. Sudarto, SH - Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

Abstract

As it is known that a wider use of biodiesel as an alternative fuel. However, a higher viscosity when used at low temperatures, it is feared that the use of biodiesel may exhibit characteristics of different viscosity-temperature which can result in fuel injection pressure is higher at low temperature engine operation. The solution to this problem is the mixing of additives and blending of biodiesel and biodiesel and diesel. This study presents data for the viscosity of biodiesel mixed with generic and commercial additives with concentrations: 0.0; 0.25, 0.5; 0.75; 1.0, and 1.25 vol% and a mixture of biodiesel and diesel fuel with concentration: 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30%. Biodiesel mixture is cooled starting temperature of 40°C to 0°C with a period of 5°C. Test results showed that the higher viscosity of pure biodiesel can be derived by mixing the additives and blending of biodiesel and biodiesel and diesel. Mixing behavior and mixing biodiesel with diesel fuel with biodiesel additives can lower the viscosity that is similar to the properties owned diesel fuel at low temperatures.

Key words: biodiesel, additives, diesel, viscosity, low temperature

A. PENDAHULUAN

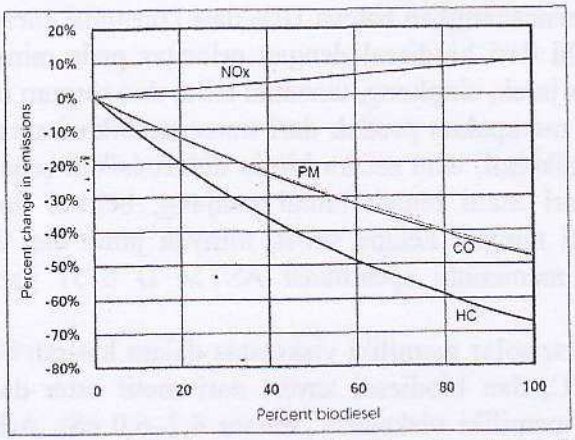
Dalam menanggapi krisis energi dan kontroversi yang tak henti-hentinya atas kebijakan kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM), pemerintah Indonesia berkomitmen pada pengembangan energi terbarukan, terutama biodiesel. Sebuah blue print pembangunan sektor biodiesel di Indonesia dirumuskan pada Juli 2006, dengan salah satu sasaran utama yaitu untuk mengatasi krisis energi. Proyek pemerintah mencanangkan bahwa 10% dari konsumsi energi nasional harus dipenuhi dari biodiesel dengan prioritas pada minyak kelapa sawit, minyak jarak, singkong, tanaman tebu, dan sorgum manis [17].

Biodiesel merupakan produk dari transesterifikasi antara minyak sayuran dan alkohol, atau secara kimia didefinisikan sebagai mono-alkil ester dari asam lemak rantai panjang, berasal dari minyak nabati, seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak dan dari lemak hewan yang memenuhi spesifikasi ASTM D 6751 yang disebut B100. [11].

Bahan bakar solar memiliki viskositas dalam kisaran dari 2,5-3,2 cSt pada 40°C, dan biodiesel terdiri dari metil ester dari minyak kelapa sawit memiliki viskositas antara 4,2–6,0 cSt. Adapun nilai viskositas minyak kelapa sawit yaitu sebesar 24,3 cSt (21,60 cP) pada suhu 40°C [4]. Viskositas biodiesel adalah di luar rentang yang diperbolehkan oleh Standar ASTM D975, yang mendefinisikan tentang sifat-sifat nilai bahan bakar solar. [11].

Keunggulan biodiesel adalah dapat menggantikan bahan bakar minyak bumi sehingga dapat mengurangi emisi gas pemanasan global yaitu hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), sulfur oksid (SO), dan partikel lainnya (PM) [13]. Manfaat lain dari penggunaan biodiesel telah diakui secara luas yang mencakup angka setana (CN) yang tinggi, pelumasan yang sangat baik.

Menurut standar ASTM D975, biodiesel mempunyai 11% massa oksigen dari massa biodiesel yang akan memperbesar kemungkinan terjadinya pembakaran sempurna. Perbandingan antara karbon dan hidrogen biodiesel juga jauh lebih kecil daripada solar, hal ini berpengaruh pada emisi pembakaran dikarenakan dengan lebih sedikitnya perbandingan karbon terhadap hidrogen pada bahan bakar, kemungkinan atom karbon akan mengikat dua atom oksigen akan semakin besar. Biodiesel akan lebih berkesempatan membentuk molekul CO_2 daripada CO.



Gambar 1. Dampak emisi rata-rata biodiesel pada emisi gas buang [PM, CO, HC dan NOx] dibandingkan dengan emisi solar dari mesin tugas-berat di jalan raya [19].

Dengan titik nyala yang relatif tinggi 154°C dibandingkan dengan titik nyala untuk solar 64°C, biodegradabilitas tinggi dan toksinitas rendah, biodiesel dianggap sebagai bahan bakar jauh lebih ramah lingkungan daripada solar [14]. Secara umum, banyak peneliti setuju, bahwa biodiesel yang berasal dari sumber yang berbeda, menyebabkan penurunan emisi HC, CO, SO dan PM, bahkan ketika digunakan pada mesin diesel yang berbeda [1].

Biodiesel menawarkan sumber bahan bakar alternatif yang potensial untuk aplikasi mesin diesel. Meskipun biodiesel memiliki banyak keunggulan, namun masih memiliki beberapa sifat yang perlu ditingkatkan, seperti nilai kalori yang lebih rendah, daya efektif mesin juga lebih rendah [1], gas buang NOx sedikit meningkat saat mengoperasikan mesin diesel dengan biodiesel [9] dan stabilitas oksidasi yang buruk dibandingkan dengan bahan bakar solar [10].

Kekurangan yang lain penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar adalah bahwa biodiesel dapat menimbulkan masalah pada suhu dingin karena kristalisasi palm oil methyl esters (POME). Pada suhu rendah, gel bahan bakar akan membeku di saluran bahan bakar sehingga menyumbat filter bahan bakar dan mematikan mesin [10].

Karena penggunaan biodiesel menjadi lebih luas, produsen mesin telah menyatakan keprihatinan tentang viskositas biodiesel yang lebih tinggi. Secara khusus, mereka khawatir bahwa biodiesel dapat menunjukkan karakteristik suhu – viskositas yang berbeda yang dapat mengakibatkan tekanan injeksi bahan bakar yang lebih tinggi di operasi mesin pada suhu rendah. [11].

Aditif dirancang untuk bahan bakar solar telah digunakan dengan tingkat keberhasilan yang terbatas sedangkan aditif khusus untuk biodiesel masih dalam tahap pengembangan. Sebuah sifat kunci dari biodiesel saat ini adalah membatasi aplikasi untuk campuran biodiesel (20%) dengan solar (80%) atau lebih kecil adalah sifat relatif miskin pada suhu rendah. Beberapa pendekatan telah diusulkan untuk meningkatkan sifat aliran suhu rendah biodiesel, termasuk: pencampuran dengan solar, penggunaan aditif dan modifikasi fisik [14].

Biodiesel beradaptasi dengan berbagai penggunaan karena dapat dicampur dengan solar dalam berbagai konsentrasi yag berbeda. Biodiesel dapat diaplikasikan baik dalam bentuk 100% biodiesel yang disebut B100 atau biodiesel dicampur dengan minyak solar pada tingkat konsentrasi tertentu (BXX) [8]. Biodiesel yang paling

umum adalah campuran B20, yang memenuhi syarat untuk peraturan kendaraan di bawah Undang-Undang Kebijakan Energi (US-EPA) Tahun 1992 dan Executive Order 13423 [16]. Campuran biodiesel yang dipakai di Indonesia (2006) adalah campuran B5 [17].

Pencampuran dengan aditif mungkin pendekatan yang paling umum. Namun, beberapa aditif mungkin diperlukan karena aditif biasanya secara khusus mengatasi masalah tunggal. Masalah di sini adalah kompatibilitas aditif, efek pada sifat lain selain satu untuk ditangani, penyimpanan dan banyak lagi. Sebagai contoh, antioksidan yang dikonsumsi dengan waktu, sehingga mereka benar-benar memperlambat oksidasi.

Sebuah penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Selim, M.Y.E. (2009), yaitu menggunakan pendekatan pengujian untuk mengurangi viskositas bahan bakar Jojoba metil ester (JME). Dengan menambahkan bahan aditif generik (aditif pengurangan viskositas) kedalam biodiesel yaitu Diethyl Ether (DEE) dengan konsentrasi bervariasi sebesar 5%, 10% dan 15% dari massa JME yang digunakan. Diketahui bahwa viskositas metil ester minyak Jojoba (JME) adalah 16,6 cSt pada suhu 40°C. Efek penambahan DDE ke JME diperoleh viskositas JME menurun dari sekitar 16,6 cP sampai menjadi sekitar 4,59 cP [15].

Dalam penelitian Sivalakshmi, S., *et al* 2010, tentang pengaruh penambahan DDE untuk JME. Aditif DDE dipilih karena viskositas yang sangat rendah (Viskositas DDE adalah 0,18 cP) dan dicampur dengan JME dengan kosentrasi sebesar 5%, 10% dan 15%. Hasil pengujian bahwa menambahkan 5% DDE menyebabkan viskositas menurun dari 16,6 cP menjadi 11,3 cP, menambahkan 10% dari DEE mengurangi hingga 7,7 cP dan 15% DEE menurun ke 5,3 cP. Metode pengujian perubahan viskositas telah terbukti sukses dan mengurangi viskositas JME untuk rentang yang dapat diterima untuk bahan bakar solar [16].

Berbagai aditif komersil yang dirancang khusus untuk bahan bakar diesel dapat digunakan untuk dicampur dengan biodiesel dalam

rangka meningkatkan aliran suhu rendah [12]. Metil ester minyak kelapa sawit (POME) mulai membentuk lilin kristal dibawah 19,4°C, dan tidak dapat mengalir sama sekali pada suhu dibawah 18°C, yang pasti akan menyumbat filter bahan bakar, saluran bahan bakar dan injektor bahan bakar di mesin [18].

Aplikasi aditif dengan kinerja tinggi sangat penting untuk memenuhi sifat bahan bakar yang dibutuhkan dan untuk melindungi mesin dan lingkungan [7]. Aditif jangka panjang adalah yang dapat berpotensi menurunkan emisi NOx dari mesin diesel [5]. Pencampuran dengan solar hanya efektif pada proporsi biodiesel yang rendah (hingga vol 20%). Jelas bahwa campuran dengan solar, sifat kimia tidak berubah dan oleh karena itu sifat biodiesel tidak akan memfasilitasi penggunaannya pada konsentrasi yang lebih tinggi. Karena tujuan harus dapat memaksimalkan pemanfaatan biodiesel, memadukan minyak bumi dengan biodiesel tidak akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini. Penggunaan aditif sebagai campuran biodiesel lebih lanjut diklasifikasikan ke dalam aditif tradisional atau generik dan aditif komersil yang dikembangkan dengan teknologi baru secara khusus untuk biodiesel. [14].

Tujuan penelitian ini difokuskan untuk mengidentifikasi penggunaan dua aditif yaitu aditif generik (Diethyl Ether buatan Merck, Jerman) dan aditif komersial (Viscoplax 10-330 CFI, buatan Rohmax, Jerman) dicampur dengan biodiesel berbasis minyak kelapa sawit (POME) yang digunakan untuk memperbaiki sifat aliran dingin.

Bahan baku biodiesel dari kelapa sawit yang dipilih dalam penelitian ini adalah biodiesel berbasis minyak kelapa sawit atau Palm Oil Metil Ester (POME) (buatan IPB, Bogor). Hal ini sesuai dengan kebijakan pemerintah Indonesia, dimana sejak tahun 2006, pemerintah Indonesia memerintahkan kepada P.T. Pertamina sebagai perusahaan minyak nasional, untuk mulai menjual campuran 5% (lima persen) biodiesel dicampur dengan bahan bakar minyak terutama biodiesel yang dihasilkan dari minyak sawit [6].

B. METODE

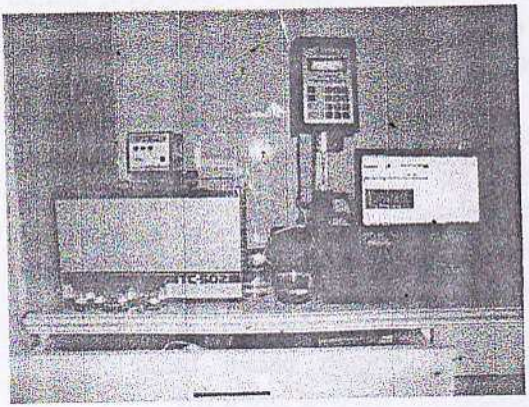
B.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

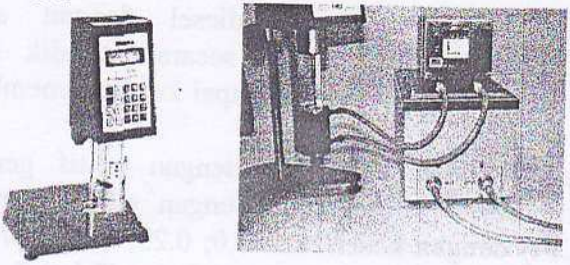
1. Biodiesel berbasis minyak kelapa sawit (POME) buatan SBRC, IPB, Bogor;
2. Aditif generik (Diethyl ether), buatan Merck, Jerman;
3. Aditif Komersil (Viscoplax 10-330 CFI), buatan Rohmax, Jerman;
4. Fluida standar sebagai Circulator reservoir pada rentang suhu yang dipilih mulai -20°C sampai 40°C yaitu menggunkakan (TC-Fluida2);
5. Ethylin Glycol, buatan Merck, Jerman, sebagai media pendingin.

B.2. Peralatan

Peralatan utama untuk melakukan pengujian viskositas biodiesel adalah Rheometer set yang dilengkapi dengan cooler & heater (Gambar.2 dan Gambar.3). milik Laboratorium Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat – Institut Pertanian Bogor (SBRC – LPPM - IPB).



Gambar 2. Rheometer D V-III Ultra, Brookfield Cone & Plate Version [3].



Gambar 3. Koneksi aliran Adaptor kecil pada Rheometer, Adapter DIN dan UL, atau Cone dan Plate [4].

B.3. Cara Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan yang meliputi:

1. Pengujian Biodiesel murni (B100);
2. Pengujian campuran aditif generik (Diethyl Ether) dengan biodiesel;
3. Pengujian campuran aditif komersil (VISCOPLEX 10-330 CFI) dengan biodiesel;
4. Masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 5 (lima) kali campuran sampel, dengan massa 600 mL;
5. Pengujian viskositas dilakukan untuk range suhu mulai dari 40°C sampai dengan 5°C (atau sampai keadaan membeku); dan
6. Data viskositas yang dipilih adalah untuk perubahan suhu 5°C (yaitu 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5, dan 0°C).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran viskositas campuran biodiesel dengan aditif dilakukan mulai dari suhu 40°C , dan secara periodik suhu diturunkan dengan interval 5°C sampai mencapai keadaan membeku (membentuk gel).

Hasil pengukuran biodiesel dicampur dengan aditif generik (Diethyl ether) dan biodiesel dicampur dengan aditif komersil (Viscoplex 10-330 CFI) dengan kosentrasi: 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1; dan 1,25 % vol seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk biodiesel dicampur dengan aditif generik Diethyl Ether (DDE) dengan kosentrasi 1,25% terjadi penurunan suhu dari 40°C menjadi 35° C dengan harga viskositas masing-masing sebesar 5,221 cP dan 5,805 cP. Sedangkan untuk biodiesel dicampur dengan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI (Tabel 2) dengan kosentrasi 1,25% terjadi penurunan suhu dari 40°C menjadi 30° C dengan harga viskositas masing-masing sebesar 5,221 cP dan 5,580 cP.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI dicampur dengan biodiesel adalak lebih baik dibandingkan dengan penggunaan aditif generik Diethyl Ether (DDE) dicampur dengan biodiesel.

Hasil pengukuran viskositas vs suhu untuk biodiesel dicampur dengan aditif generik Diethyl Ether (DDE) dan biodiesel dicampur dengan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI dengan kosentrasi: 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1; dan 1,25 % vol seperti ditunjukkan dalam Gambar.5.

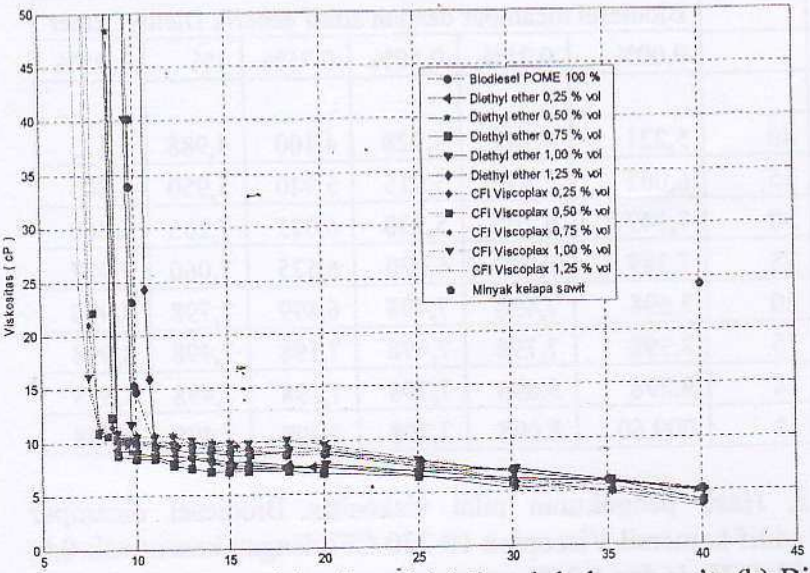
Tabel 1. Hasil pengukuran nilai viskositas biodiesel dicampur dengan aditif generik Diethyl Ether (DDE) dengan kosentrasi: 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1; dan 1,25 % vol.

No	SUHU (° C)	NILAI VISKOSITAS (cP)					
		Biodiesel dicampur dengan aditif generik Diethyl Ether					
		0,00%	0,25%	0,50%	0,75%	1%	1,25%
1	40	5,221	4,987	4,928	4,100	4,988	5,125
2	35	6,065	5,950	5,915	5,940	5,950	5,805
3	30	7,147	6,205	5,330	6,025	7,205	6,860
4	25	7,389	7,060	6,620	6,525	7,060	7,927
5	20	8,698	7,498	7,498	6,899	7,798	8,998
6	15	8,998	7,798	7,498	7,198	7,498	8,998
7	14	9,298	8,098	7,798	7,198	7,498	8,698
8	13	009,60	8,098	7,798	7,198	7,498	8,698

Tabel 2. Hasil pengukuran nilai viskositas Biodiesel dicampur dengan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI dengan kosentrasi: 0,0; 0,25; 0,50; 0,75; 1; dan 1,25% vol.

No.	SUHU (° C)	NILAI VISKOSITAS (cP)					
		Biodiesel dicampur dengan aditif komersil Viscoplax CFI-330					
		0,00%	0,25%	0,50%	0,75%	1%	1,25%
1	40	5,221	4,225	3,880	3,630	5,070	3,400
2	35	6,065	4,950	4,977	5,446	5,760	4,850
3	30	7,147	5,888	5,887	6,024	6,960	5,580
4	25	7,389	7,680	7,680	7,887	8,180	7,460
5	20	8,698	8,998	8,698	9,298	9,598	8,998

6	15	8,998	9,598	8,698	9,298	10,198	8,998
7	14	9,298	9,298	8,698	9,598	9,898	8,998
8	13	009,60	9,598	9,298	9,598	9,898	9,298



Gambar 5. Suhu vs viskositas: (a) Minyak kelapa sawit; (b) Biodiesel murni ; (c) Biodiesel dicampur dengan aditif generik (Diethyl ether) dan (d) Biodiesel dicampur dengan aditif komersil (Viscoplex 10-330 CFI) dengan kosentrasi: 0,25 %; 0,50 %; 0,75 %; 1 %; dan 1,25 % vol.

D. KESIMPULAN

Efektivitas dari pencampuran aditif generik Diethyl Ether dan aditif komersil Viscoplax 10-330 CFI dengan biodiesel pada aliran suhu rendah suhu dipelajari. Seperti yang diharapkan, pencampuran aditif sangat berpengaruh terhadap penurunan viskositas dan penurunan suhu. biodiesel dicampur dengan aditif generik Diethyl

Ether (DDE) dengan kosentrasi 1,25% terjadi penurunan suhu dari 40°C menjadi 35° C atau dengan harga viskositas masing-masing sebesar 5,221 cP dan 5,805 cP. Sedangkan untuk biodiesel dicampur dengan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI dengan kosentrasi 1,25% terjadi penurunan suhu dari 40°C menjadi 30° C dengan harga viskositasmasing-masing sebesar 5,221 cP dan 5,580 cP.

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan aditif komersil Viscoplex 10-330 CFI dicampur dengan biodiesel adalak lebih baik dibandingkan dengan penggunaan aditif generik Diethyl Ether (DDE) dicampur dengan biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA:

[1] Breda Kegl. (2008), "Biodiesel usage at low temperature", *Fuel* 87 (2008) 1306–1317.

[2] Brookfield DV-III Ultra, (2010), *Programmable Rheometer, Operating Instructions Manual* No. M/98-211-C0310, Brookfield Engineering Laboratories, Inc, 11 Commerce Boulevard, Middleboro, MA 02346, USA, 1–16.

[3] Brookfield TC502, (2010), *Operators Manual PN: TC-502D-230, Circulating Bath with Digital Controller,* Brookfield Engineering Laboratories, Inc, 11 Commerce Boulevard, Middleboro, MA 02346, USA, 1– 6.

[4] Pioch, D, Vaitilingom, G, (2005), Palm oil and derivatives: fuels or potential fuels, Oléagineux, Corps Gras, Lipides,OCL, Volume 12, Numéro 2, 161-169.

[5] Cusano, C.M. (2008), *Fuel Additives Derived From Soybean Oil*, Final Report, Presented to The National Biodiesel Board P.O. Box 104898 1907 Williams Street, Jefferson City, Missouri, 65110-4898, CMC Consulting, Inc. 5205 Timber Ridge, Columbus, Indiana.

[6] Dillon, H.S., Tara Laan., dan Dillon, H.Setyaka. (2008), *Government support for ethanol and biodiesel in Indonesia*, The Global Subsidies Initiative of the International Institute for Sustainable Development, Geneva, Switzerland, 1–10.

[7] Hancso´k, J., Buba´ lik, M., Beck, A., dan Baladincz, J. (2008), "Development of multifunctional additives based on vegetable oils for high quality diesel and biodiesel", *Chemical Engineering*