

Pemanfaatan Minyak Atsiri sebagai Bioaditif Penghemat Bahan Bakar Biosolar

Dwi Setyaningsih^{1,2*}, Muhammad Nur Faiziin¹, Neli Muna²

¹Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

²Pusat Penelitian Surfactan dan Bioenergi, LPPM Institut Pertanian Bogor

e-mail: *dwisetya.sbrc@gmail.com

Abstrak

Oksigen digunakan sebagai penyempurna reaksi pembakaran dalam mesin. Reaksi pembakaran yang sempurna dapat menghemat konsumsi bahan bakar. Umumnya, oksigen berasal dari udara yang masuk ke dalam sistem pembakaran. Minyak atsiri merupakan senyawa hidrokarbon oksigenat yang kaya akan oksigen. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan komposisi dan konsentrasi terbaik dari penambahan bioaditif ke dalam solar yang mampu menurunkan konsumsi spesifik bahan bakar biosolar. Penelitian ini meliputi pencampuran bahan bioaditif yang terdiri dari eugenol-sitronellal, eugenol-minyak sereh wangi, dan sitronellal-minyak daun cengkeh dengan komposisi formulasi 1:1 dan dicampurkan ke dalam bahan bakar dengan konsentrasi pencampuran 0.1%, 0.5 %, dan 1.0 % serta dilakukan pengujian karakteristik bahan bakar yang meliputi densitas, viskositas, dan nilai kalor serta pengujian performa mesin. Formulasi yang menunjukkan adanya penghematan konsumsi bahan bakar pada putaran daya maksimal adalah formulasi eugenol-sitronellal 0.1 %, 0.5 %, dan 1.0%, Eugenol-minyak sereh wangi 0.1 % dan 0.5 %, Sitronellal-daun cengkeh 0.1 % dan 1%. Formulasi terbaik untuk menurunkan laju konsumsi spesifik bahan bakar adalah Eugenol-sereh wangi dengan konsentrasi 0.1 % yang dapat menurunkan laju konsumsi spesifik sebesar 7.55%

Kata kunci : Bioaditif, Densitas, Nilai kalor, konsumsi spesifik, Viskositas

Abstract

Utilization Of Essential Oil as Bioadditive to Save Biosolar Consumption. Oxygen is used as complement of the combustion reaction in the engine. The combustion reaction in the engine can save fuel consumption. Generally, oxygen come from air. Essential oil is oxygenated hydrocarbons that are rich in oxygen. The purpose of this research is to get the best composition and concentration of bio-additive for decreasing fuel specific consumption. This research involves the mixing of bio-additive substances that consist of eugenol-citronellal, eugenol-citronella oil, and citronella-clove oil, with ratio of 1:1, the concentration of bio-additive addition into diesel fuel with concentration of 0.1%, 0.5% and 1% in each mixture. Furthermore, some tests were done for its fuel consumption and engine performance. The formulation that showed the savings in fuel consumption were eugenol-Citronellal of 0.1%, 0.5 %, and 1%, Eugenol-java citronella oil of 0.1% and 0.5% and citronella-clove oil of 0.1% and 1%. The best formulation for reducing specific fuel consumption is eugenol-citronella oil with concentration of 0.1% which can reduce the specific fuel consumption of 7.55%.

Keywords— Bioadditive, Density, heating value, Specific Fuel Consumption, viscosity

1. PENDAHULUAN

Konsumsi terbesar bahan bakar minyak berasal dari sektor transportasi, salah satunya dalam bentuk biosolar. BPS mencatat konsumsi minyak solar naik dari 27 juta kL (2005) menjadi 32.7 juta kL (2014) atau naik 20.9%. Di sisi lain, produksi minyak solar di dalam negeri hanya sekitar 20 juta kl, sehingga defisit pasokan harus dipenuhi melalui impor. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, dan memastikan pasokan BBM terutama solar di dalam negeri terjamin salah satunya adalah melalui konservasi energi. Konservasi energi didefinisikan sebagai tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi, dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien, di mana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi yang lebih sedikit.

Usaha konservasi energi dapat ditempuh dengan menggunakan aditif bahan bakar. Aditif bahan bakar yaitu suatu bahan yang ditambahkan ke dalam bahan bakar minyak yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja pembakaran sehingga tenaga yang dihasilkan lebih besar [1]. Aditif bahan bakar secara garis besar dibedakan menjadi dua macam, yaitu aditif sintesis dan bioaditif yang berasal dari tumbuhan. Ma'mun [2] membagi jenis aditif menjadi dua, yaitu senyawa organik logam (*metallic-compound*) dan organik non-logam (*non metallic compound*). Senyawa organik logam merupakan bahan anti ketukan yang mengandung logam, diantaranya adalah *Tetra Ethyl Lead* /TEL ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$), *Tetra Methyl Lead*/TML ($\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$), *Metil cyclopentadienyl Manganetricarbonyl*/MMT ($\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4\text{Mn}(\text{CO})_3$). Jenis aditif ini mulai ditinggalkan karena kandungan logam Pb dan akan menimbulkan gas buang yang bersifat racun. Sekitar 95% dari logam berat tersebut akan dilepaskan ke udara ketika dibakar, sehingga membahayakan kesehatan dalam jangka panjang. Pada solar, zat aditif yang biasa ditambahkan untuk meningkatkan nilai setana adalah *Metil Ester Nitrat*, *2-etil heksil nitrat* (EHN) dan *ditersier butil peroksida* (DTBP).

Minyak atsiri merupakan salah satu jenis bahan organik yang berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bioaditif bahan bakar minyak karena bersifat mudah menguap, bobot jenis dan viskositas rendah, tersusun dari senyawa hidrokarbon oksigenat, larut sempurna di dalam bahan bakar minyak untuk jenis atsiri tertentu [3], tidak mengandung logam berat dan terbaru [2][4]. Song [5] dan Choi [6] mengatakan zat aditif penyedia oksigen pada bahan bakar berfungsi untuk meningkatkan bilangan setana. Bilangan setana merupakan salah satu parameter mutu bahan bakar biosolar.

Jenis minyak atsiri yang telah dikaji potensinya sebagai aditif dalam bahan bakar diantaranya minyak sereh wangi dan minyak cengkeh. Hasil penelitian Kadarohman [4] menunjukkan, penggunaan minyak cengkeh mampu menurunkan konsumsi bahan bakar solar sebesar 4,5%. Septiadi [7] juga melaporkan kombinasi minyak cengkeh dan minyak sereh wangi mampu menurunkan konsumsi bahan bakar sebanyak 24% dengan kombinasi (3:1) dan dosis 0.6%. Dari hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa fraksi turunan minyak cengkeh dan sereh wangi berupa eugenol, kariofilen dan rhodinol menunjukkan aktivitas penurunan konsumsi bahan bakar yang cukup signifikan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan formulasi bioaditif dari campuran minyak atsiri dan fraksi turunannya meliputi : 1) Eugenol-sitronellal (E-Ct); 2) Eugenol-Sereh wangi (E-Sw); serta 3) Sitronellal-minyak daun cengkeh (Ct-C) dengan perbandingan volume 1:1. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan laju konsumsi spesifik bahan bakar biosolar yang dicampur bioaditif minyak atsiri dan fraksi turunannya pada konsentrasi 0.1%, 0.5%, dan 1% v/v.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Piknometer untuk mengukur densitas, Viskometer Ostwald untuk mengukur viskositas, Bomb kalorimeter untuk mengukur nilai kalor,

Engine Test Bed untuk mengukur laju konsumsi bahan bakar dan neraca analitik. Bahan yang digunakan meliputi minyak daun cengkeh, minyak sereh wangi, eugenol, dan sitronelal yang diperoleh dari PT. Indesso Aroma serta biosolar dari SPBU.

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Formulasi Bioaditif dalam Biosolar

Formulasi bioaditif dibuat dengan mencampurkan minyak atsiri dan fraksi turunannya berupa eugenol-sitronellal (E-Ct), eugenol-minyak sereh wangi (E-Sw), sitronellal-minyak daun cengkeh (Ct-C) dengan perbandingan volume 1:1. Hasil campuran bioaditif ini ditambahkan ke dalam 1000 mL bahan bakar solar dengan jumlah penambahan 0.1%, 0.5%, dan 1% v/v. Surfaktan komersial ROC dan NOC juga digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja bahan bakar. Perlakuan penambahan surfaktan ini meliputi ROC 0.5%, NOC 0.5% dan NOC-sitronellal-minyak daun cengkeh (NOC-Ct-C) 0.5% di dalam solar. Biosolar beraditif kemudian diuji densitas dan viskositas kinematik sesuai SNI 7182:2015 (Biodiesel) dan nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter*.

2.2.2 Pengujian Kinerja Biosolar pada Mesin Diesel

Variabel kinerja mesin yang diukur adalah daya (*Brake Power*/BP), torsi (*Torque*/T) dan konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Consumption*). Nilai BP, T dan SFC dihitung dengan persamaan berikut [8,9,10] :

$$BP = [2 \pi \times T \times N] / 60000 \quad (1)$$

BP = Brake Power, Kw

T = Torsi yang dihasilkan pada poros engkol, kN

$$T \text{ (kNm)} = W \times l \quad (2)$$

W = beban yang terbaca pada dinamometer

L = panjang lengan dinamometer

$$SFC = \{\text{konsumsi bahan bakar (kg/jam)}\} / BP \text{ (Kw)} \quad (3)$$

konsumsi bahan bakar (fc) = kg/jam

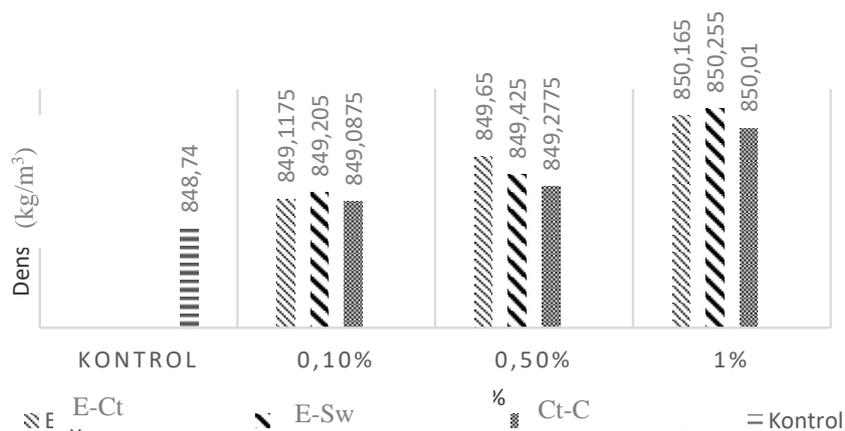
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Biosolar Beraditif

Kualitas mutu biosolar sudah ditentukan berdasarkan surat keputusan Dirjen Migas 978.K/10/DJM.S/2013 tanggal 19 Nopember 2013 [11]. Beberapa karakteristik bahan bakar yang paling utama adalah massa jenis, viskositas, nilai kalor, kandungan sulfur, titik tuang, titik nyala, angka setana, dan lubrisitas.

3.1.1. Densitas

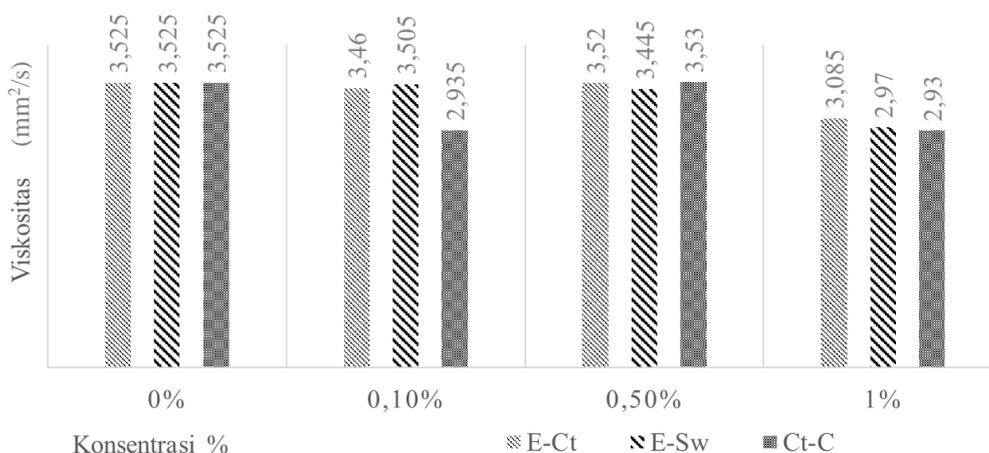
Hasil pengujian densitas bahan bakar solar dengan campuran bioaditif dapat dilihat pada Gambar 1. Densitas biosolar tanpa pencampuran bioaditif adalah sebesar 848,74 kg/m³. Penambahan bioaditif menyebabkan peningkatan densitas biosolar, seiring dengan semakin besarnya jumlah bioaditif yang ditambahkan. Densitas biosolar tertinggi sebesar 850,255 kg/m³, diperoleh dari biosolar beraditif E-Sw 1%. Meskipun mengalami peningkatan densitas, namun nilainya masih dalam rentang standar yang dikeluarkan oleh Direktur Jendral Minyak dan Gas yaitu minimum 815 kg/m³ dan maksimal 860 kg/m³. Peningkatan nilai densitas biosolar beraditif dipengaruhi oleh densitas bioaditif yang lebih besar dibandingkan dengan biosolar. Nilai densitas untuk bioaditif E-Ct 962,93 kg/m³, E-Sw 970,34 kg/m³ dan Ct-C 943,78 kg/m³.



Gambar 1. Densitas biosolar dengan penambahan bioaditif

3.1.2. Viskositas Kinematik

Viskositas menunjukkan kemampuan suatu fluida untuk mengalir melalui suatu area per satuan waktu. Viskositas menjadi parameter bahan bakar yang penting. Hal ini berkaitan dengan mekanisme atomisasi bahan bakar sesaat setelah keluar dari *nozzle* menuju ruang pembakaran [12]. Hasil pengujian viskositas biosolar dengan campuran bioaditif dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



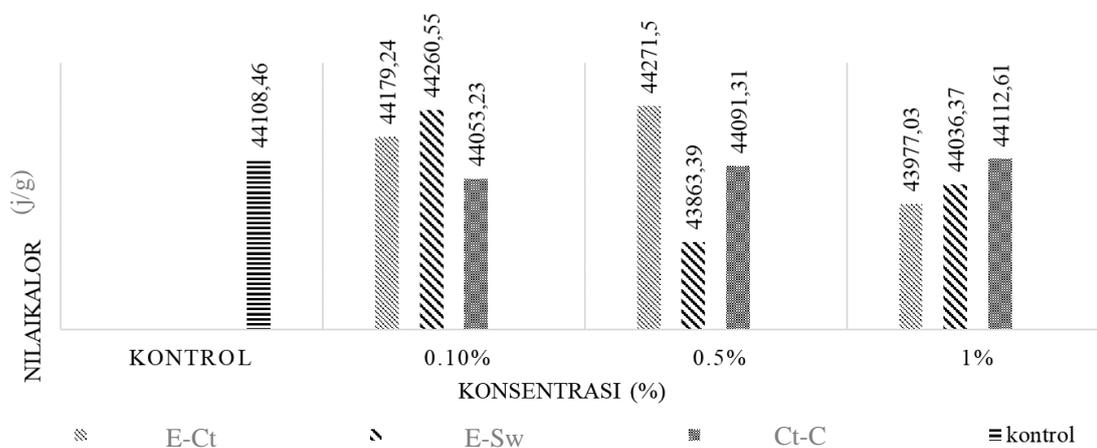
Gambar 2. Viskositas biosolar dengan penambahan bioaditif

Viskositas biosolar tanpa bioaditif sebesar 3.525 mm²/s, sedangkan biosolar beraditif memiliki nilai viskositas yang lebih rendah. Semakin besar jumlah bioaditif yang ditambahkan, nilai viskositas biosolar semakin rendah. Nilai viskositas terendah adalah 2.930 mm²/s, diperoleh dari perlakuan penambahan bioaditif Ct-C sebesar 1%. Berdasarkan standar kualitas biosolar yang dikeluarkan oleh Direktur Minyak dan Gas, keseluruhan biosolar masih dalam rentang standar tersebut. Standar viskositas untuk biosolar adalah minimal 2 mm²/s dan maksimal 4,5 mm²/s.

Viskositas bahan bakar dengan pencampuran minyak atsiri menjadi lebih rendah disebabkan oleh adanya delokalisasi elektron pada senyawa aromatis sehingga menyebabkan molekul biosolar lebih aktif dalam bergerak [13]. Viskositas biosolar yang rendah akan meminimalkan kemungkinan mesin kehilangan kekuatan pada pompa injeksi dan kebocoran injektor [14].

3.1.3. Nilai Kalor

Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dihasilkan pada saat pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor maka jumlah energi yang dihasilkan akan semakin tinggi, sehingga konsumsi bahan bakar pada mesin akan menurun [15]. Hasil pengujian nilai kalor biosolar dengan penambahan bioaditif dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai kalor biosolar dengan penambahan bioaditif

Nilai kalor biosolar murni sebesar 44 108,46 j/g. Nilai kalor biosolar dengan penambahan bioaditif jenis E-Ct dengan konsentrasi 0,1%, 0,5%, dan 1% berturut-turut adalah 44 179,24 j/g, 44 271,5 j/g, dan 43 977,03 j/g. Penambahan 1% bioaditif E-Ct menyebabkan penurunan nilai kalor dibandingkan dengan biosolar tanpa bioaditif. Sedangkan penambahan bioaditif yang sama pada konsentrasi 0,1% dan 0,5% justru menyebabkan peningkatan nilai kalor biosolar. Nilai kalor biosolar dengan penambahan bioaditif E-Sw pada konsentrasi 0,1%, 0,5% dan 1% berturut-turut adalah 44 260,55 j/g, 43 863,38 j/g dan 44 036,37 j/g. Pada penambahan bioaditif jenis Ct-C pada konsentrasi 0,1%, 0,5% dan 1% nilai kalor berturut-turut adalah 44 053,23 j/g, 44 091,31 j/g dan 44 112,61 j/g. Dari hasil evaluasi tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kalor biosolar pada umumnya mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai kalor biosolar murni tanpa campuran. Penurunan nilai kalor biosolar beraditif dipengaruhi oleh nilai kalor bioaditif yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan biosolar. Berdasarkan hasil uji diketahui nilai kalor bioaditif E-Ct 35 607,5 j/g, E-Sw 37 042,0 j/g, dan Ct-C 35 949,5 j/g. Namun demikian meskipun terjadi penurunan nilai kalor setelah penambahan bioaditif, namun nilai kalor biosolar masih dalam rentang yang dapat diterima, yaitu 37 000-42 700 j/g [16].

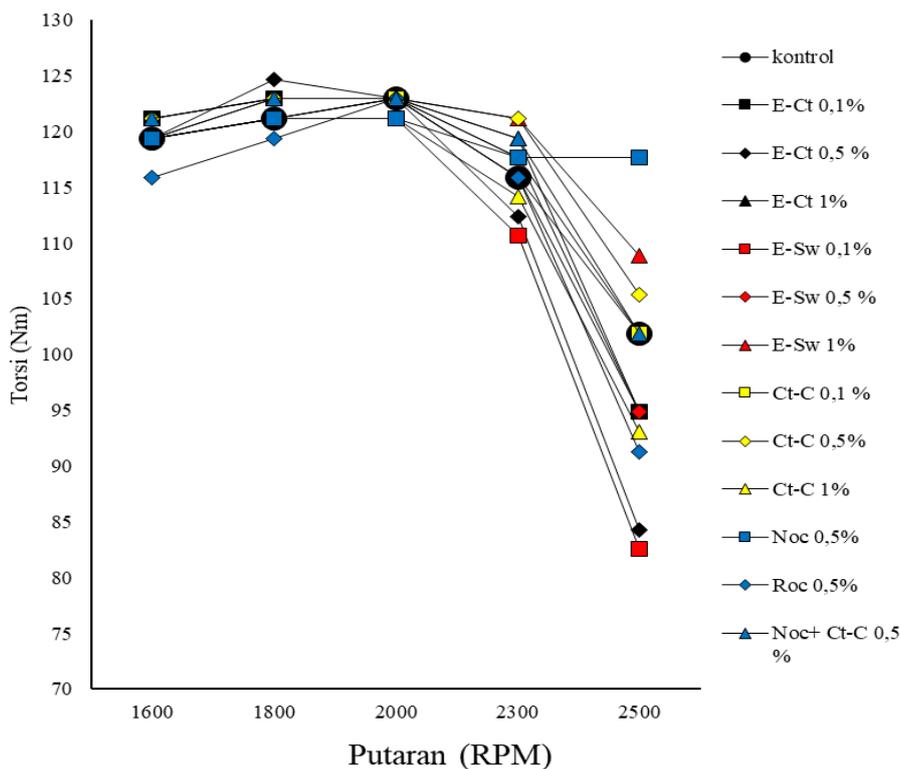
3.2. Uji Kinerja Biosolar

3.2.1. Hubungan Torsi dan Putaran

Torsi merupakan gaya putar yang dihasilkan oleh poros engkol atau kemampuan motor untuk melakukan kerja. Kecenderungan hasil nilai torsi biosolar dengan campuran bioaditif terhadap putaran mesin disajikan pada Gambar 4. Selain menggunakan bioaditif atsiri, dalam tahapan penelitian ini juga diamati kinerja biosolar yang diberikan aditif surfaktan komersial dengan kode produk ROC dan NOC. Beberapa literasi menjelaskan bahwa penambahan surfaktan mampu mengikat air dalam bahan bakar, keduanya kemudian mengendap di lapisan bawah tangki penyimpanan sehingga mudah dipisahkan.

Dari hasil analisa diketahui bahwa nilai torsi dari semua biosolar beraditif memiliki *trend* yang sama pada putaran 1600 hingga 2300 rpm. Sementara pada putaran 2500 rpm diperoleh respon nilai torsi yang berbeda-beda. Nilai torsi maksimum dihasilkan pada putaran 2000 rpm. Pada putaran 2000 nilai torsi biosolar murni, biosolar campuran bioaditif E-Ct (0,1%, 0,5%, 1%), biosolar campuran bioaditif E-Sw (0,1%, 0,5 %, dan 1%), biosolar campuran bioaditif Ct-C (0,1%, dan 0,5%), Surfaktan NOC- Ct-C 0,5 %, dan surfaktan ROK memiliki nilai yang sama

yaitu 122,913 Nm, sedangkan biosolar dengan campuran bioaditif Ct-C dan surfaktan NOC memiliki nilai torsi yang lebih rendah yaitu 121,163 Nm. Salah satu faktor penurunan nilai torsi pada bahan bakar dapat disebabkan rendahnya nilai kalor pada bahan bakar tersebut [14]. Selain itu, penurunan nilai torsi juga dapat disebabkan oleh pengaruh beban pengurangan yang semakin berkurang serta gesekan yang meningkat pada putaran tinggi [7]. Nilai torsi maksimum dengan nilai daya maksimum dihasilkan pada putaran mesin yang berbeda [17]. Torsi maksimum didapat pada kecepatan putaran poros engkol yang lebih rendah dari kecepatan putaran daya maksimum. Setelah dicapai nilai torsi maksimum pada putaran optimum, nilai torsi akan turun. Penurunan nilai torsi disebabkan turunya berat beban yang mengakibatkan putaran motor naik.

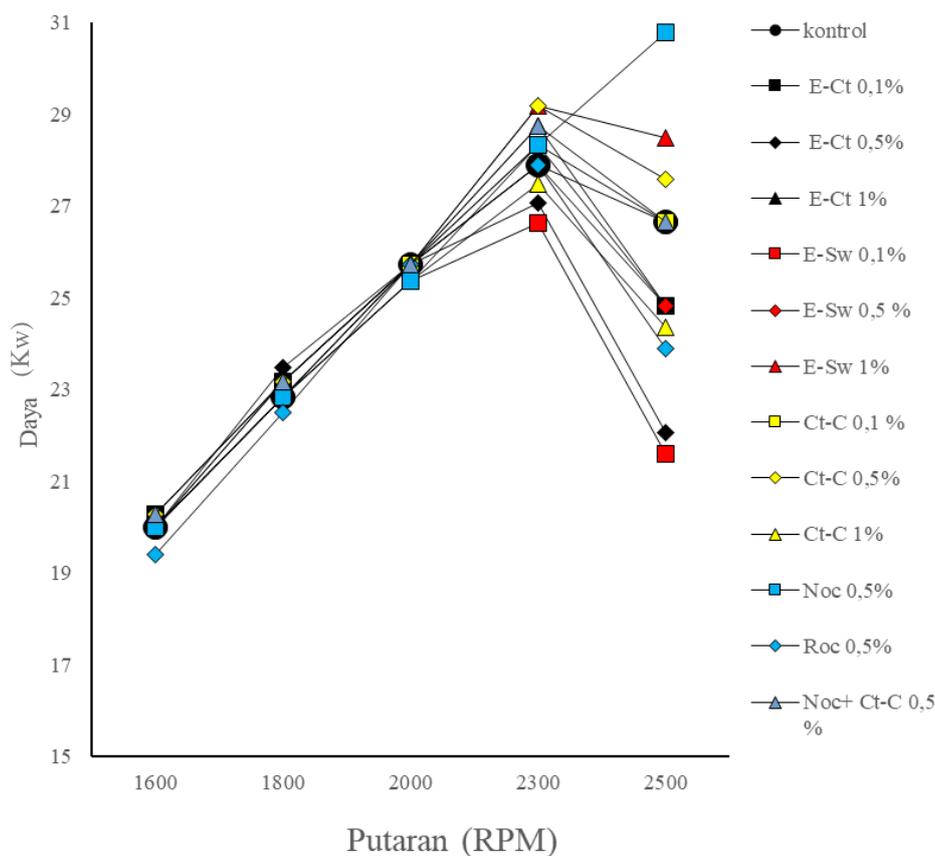


Gambar 4. Torsi biosolar-bioaditif dengan penambahan putaran mesin

3.2.2. Hubungan Daya dan Putaran

Daya merupakan jumlah kerja yang dapat dilakukan persatuan waktu. Daya yang besar didapatkan dari proses pembakaran yang sempurna. Reaksi pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan karbon monoksida. Karbon monoksida hanya mampu menghasilkan panas 30% dibandingkan dengan karbon dioksida. Nilai daya didapatkan setelah perhitungan nilai torsi. Nilai daya maksimum didapatkan pada putaran yang lebih tinggi dari nilai torsi maksimum [17]. Kecenderungan nilai daya biosolar dengan campuran bioaditif terhadap putaran dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa daya yang dihasilkan semua jenis biosolar beraditif mengalami peningkatan mulai putaran rendah hingga putaran 2300 rpm, kemudian turun pada 2500 rpm. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa mesin memiliki daya maksimal pada putaran 2300 rpm untuk semua jenis biosolar beraditif yang dikaji dalam penelitian ini. Daya yang tinggi menunjukkan performa bahan bakar yang semakin baik. Penurunan nilai daya pada putaran 2500 rpm disebabkan oleh semakin banyaknya daya yang hilang dalam bentuk panas akibat dari timbulnya gesekan pada putaran yang lebih tinggi sehingga kemampuan mesin untuk mengatasi beban semakin berkurang. Gesekan ini terjadi pada ring. Perubahan nilai daya pada putaran 2300 rpm disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 5. Daya (Kw) biosolar-bioaditif dengan penambahan putaran mesin

Tabel 1. Persentasi perubahan nilai daya biosolar dengan berbagai campuran bioaditif pada putaran 2300 rpm

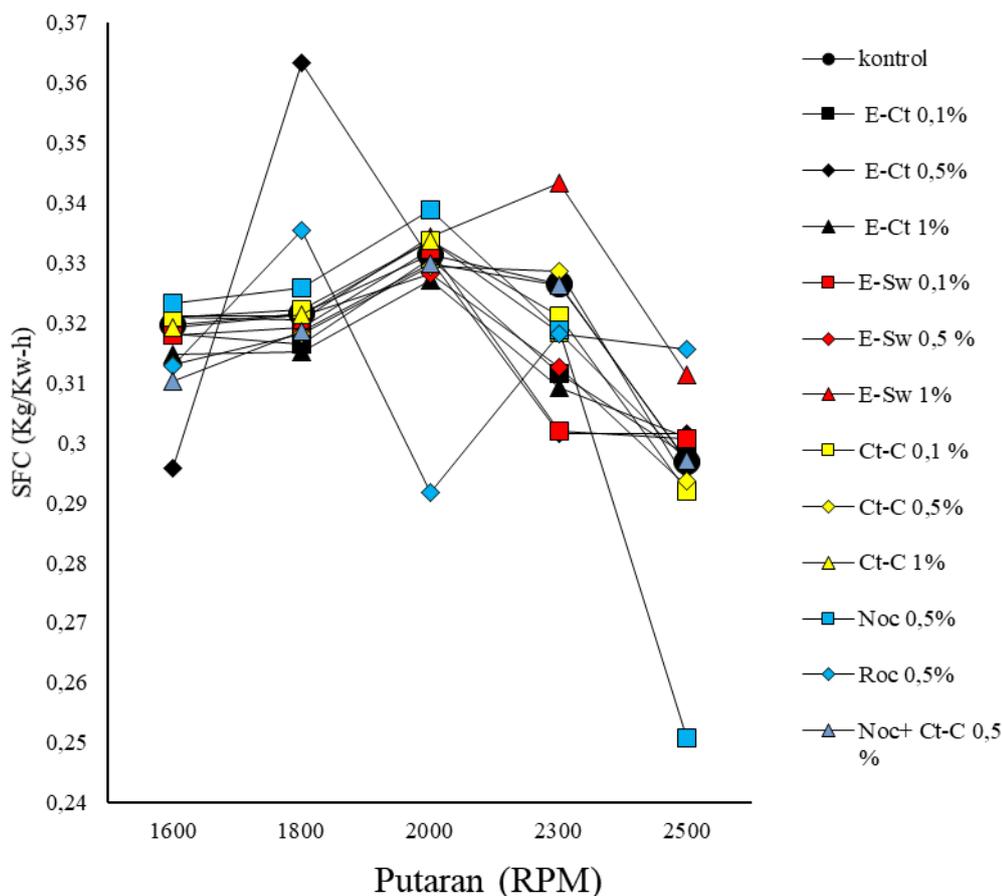
Campuran biosolar	Nilai daya (Kw)	Persentase perubahan (%)
Biosolar	27,90	0
Biosolar + E-Ct 0,1 %	28,32	1,52
Biosolar + E-Ct 0,5 %	27,05	-3,03
Biosolar + E-Ct 1 %	28,75	3,03
Biosolar + E-Sw 0,1 %	26,63	-4,54
Biosolar + E-Sw 0,5%	27,90	0
Biosolar + E-Sw 1 %	29,17	4,54
Biosolar + Ct-C 0,1 %	28,32	1,52
Biosolar + Ct-C 0,5 %	29,17	4,55
Biosolar + Ct-C 1 %	27,48	-1,51
Biosolar + NOC 0,5 %	28,32	1,5
Biosolar + ROC 0,5 %	27,90	0
Biosolar+NOC-Ct-C(1:1) 0,5%	28,75	3,03

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat tiga jenis formulasi bioaditif yang dapat menurunkan nilai daya yaitu bioaditif eugenol-sitronellal 0,5%, eugenol-sereh wangi 0,1% dan sitronellal-daun cengkeh 1%. Penambahan bioaditif eugenol-sereh wangi 0,5% dan surfaktan jenis ROC tidak berpengaruh terhadap perubahan nilai daya yang dihasilkan. Penambahan bioaditif sitronellal-daun cengkeh sebesar 0,5% menghasilkan daya tertinggi dengan peningkatan

daya sebesar 4,55%. Penurunan nilai daya dapat disebabkan karena turunnya nilai kalor pada sebagian sampel campuran bioaditif dengan biosolar, rugi-rugi mekanis yang dialami oleh mesin diesel tersebut dan rendahnya nilai setana yang dihasilkan bahan bakar biosolar.

3.2.3. Hubungan Nilai specific fuel consumption (SFC) dan Putaran

Specific fuel consumption (SFC) adalah perbandingan antara bahan bakar yang terpakai sebagai input energi dengan daya yang dihasilkan sebagai output. SFC menyatakan jumlah bahan bakar dalam satuan kg yang dibutuhkan mesin untuk menghasilkan satu Kg Watt daya dalam satu jam operasi mesin. Penyebab SFC tinggi dikarenakan bahan bakar yang masuk kedalam silinder tidak terbakar dengan sempurna atau dapat disebabkan karena rugi-rugi mekanis seperti mesin kehilangan panas akibat gesekan yang tinggi pada poros mesin [19]. Hasil uji SFC biosolar dengan campuran bioaditif dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. SFC (Kg/Kw-h) biosolar dengan penambahan putaran mesin

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai SFC untuk jenis bioaditif eugenol-sitronellal dan aditif surfaktan menunjukan trend SFC yang tidak berbeda dengan trend biosolar tanpa campuran. Pada jenis campuran bioaditif eugenol-sereh wangi dan sitronellal-cengkeh, nilai SFC akan menurun mulai dari putaran 2300-2500 rpm. Pada putaran 2300 rpm nilai SFC yang dihasilkan berbeda-beda untuk setiap jenis campuran bioaditif sedangkan pada putaran 2500 rpm nilai SFC yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan biosolar tanpa pencampuran. Persen perubahan nilai SFC pada putaran yang menghasilkan daya maksimal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentasi perubahan nilai SFC biosolar dengan berbagai campuran pada putaran 2300 rpm

Campuran biosolar	SFC (Kg/Kwh)	Persentase perubahan (%)
Biosolar	0,32647	-
Biosolar + E-Ct 0,1 %	0,31146	4,60
Biosolar + E-Ct 0,5 %	0,30160	7,62
Biosolar + E-Ct 1 %	0,30923	5,28
Biosolar + E-Sw 0,1 %	0,30183	7,55
Biosolar + E-Sw 0,5%	0,31254	4,27
Biosolar + E-Sw 1 %	0,34330	-5,15
Biosolar + Ct-C 0,1 %	0,32121	1,61
Biosolar + Ct-C 0,5 %	0,32850	-0,62
Biosolar + Ct-C 1 %	0,31826	2,51
Biosolar + NOC 0,5 %	0,31872	2,37
Biosolar + ROC 0,5 %	0,31804	2,58
Biosolar+NOC-Ct-C(1:1) 0,5 %	0,32630	0,052

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa tidak semua bioaditif yang dicampurkan ke dalam solar akan menurunkan nilai SFC bahan bakar pada daya maksimal. Jenis bioaditif yang menyebabkan peningkatan nilai SFC pada daya optimal adalah E-Sw 1% dan Ct-C 0,5%. Hal ini dapat disebabkan karena konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan Kw daya per jam lebih tinggi dibandingkan dengan jenis campuran lainnya. Jenis campuran bioaditif memberikan pengaruh penghematan yang berbeda-beda.

Penambahan bioaditif E-Ct pada semua konsentrasi mampu menurunkan SFC biosolar. Penurunan terbesar terjadi pada penambahan 0,5% E-Ct yaitu sebesar 7,62%. Peningkatan jumlah aditif E-Ct tidak memberikan respon yang lebih baik karena penghematan SFC hanya 5,28%. Bioaditif E-Sw yang dapat menghemat penggunaan bahan bakar adalah pada konsentrasi 0,1% dan 0,5%. Penambahan 0,1 % E-Sw ke dalam biosolar menunjukkan penghematan terbesar yaitu 7,55%. Penambahan 0,5% bioaditif Ct-C tidak menunjukkan adanya penghematan bahan bakar biosolar. Konsentrasi yang mampu menghemat konsumsi bahan bakar biosolar adalah 0,1% dan 1% Ct-C.

Adanya pengaruh penghematan terhadap nilai SFC biosolar beraditif disebabkan minyak atsiri memiliki dua atom oksigen yang dapat berfungsi sebagai penyedia oksigen sehingga reaksi pembakaran dapat berlangsung sempurna. Rumus empiris minyak atsiri adalah $C_{10}H_{16}O$ dan $C_{10}H_{18}O$ [18]. Senyawa aromatik pada minyak atsiri dapat menyebabkan senyawa penyusun minyak bumi aktif bergerak. Pergerakan ini menyebabkan ikatan anatar molekulnya menjadi lemah dan mudah terbakar. Selain itu, adanya ikatan hidrokarbon bercabang pada minyak atsiri dapat memperbaiki kualitas mutu bahan bakar [2]. Ditinjau dari segi harga bahan baku bioaditif, maka penggunaan 0.1% E-Sw dipilih sebagai bioaditif yang paling efektif dalam menghemat penggunaan biosolar karena harga bahan baku yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan dengan harga 0.5% E-Ct.

4. KESIMPULAN

Penambahan bioaditif berbasis minyak atsiri menyebabkan perubahan pada nilai densitas, viskositas dan nilai kalor biosolar. Namun demikian parameter-parameter tersebut masih memenuhi syarat mutu bahan bakar biosolar berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas No. 978.K/10/DJM.S/2013. Komposisi terbaik untuk menurunkan laju konsumsi spesifik bahan bakar adalah E-Sw dengan konsentrasi 0,1% yang dapat menurunkan laju konsumsi spesifik sebesar 7,55 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasikin M dan Makhdiyanti A. 2003. Sintesis Metil Ester sebagai Aditif Bahan Bakar Solar dari Minyak Sawit. *Jurnal Teknologi*, Edisi No.1, Tahun XVII, Maret 2003, 45-50. ISSN 0215-1685
- [2] Ma'mun,. Suhirman, S. Mulyana, H. dan Kustiwa, D. 2011. Minyak Atsiri Sebagai Bio Additif Untuk Penghematan Bahan Bakar Minyak. Publikasi Ballitro Bogor
- [3] Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka, Jakarta.
- [4] Kadarohman. 2009. Eksplorasi minyak atsiri sebagai bioaditif bahan bakar solar. *Jurnal Pengajaran MIPA*. 14 (2): 121-141
- [5] Song, J. 2001. *Effect of Oxygenated Fuel on Combustion and Emissions in a Light- Duty Turbo Diesel Engine*. The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802
- [6] Choi, C.H., Reitz, R.Y. 1999. *An Experimental Study on the Effects of Oxygenated Fuel Blends and Multiple Injection Strategies on Diesel Engine Emission*. *Journal of Fuel*. (78) 1303-1317
- [7] Septiadi T. 2017. Formulasi Minyak Sereh Wangi Dan Minyak Cengkeh Sebagai Bioaditif Untuk Meningkatkan Kinerja Bahan Bakar Solar. Bogor(ID):[Skripsi] Institut Pertanian Bogor
- [8] Ramesh D, dan Sampathrajan A. 2008. *Investigation on performance and emission characteristics of diesel engine with jatropha biodiesel and its blends*. *The CIGR E-Journal*. Manuscript EE 07 (013): 10
- [9] Heywood JB. 1998. *Internal Combustion Engine Fundamental*: New York (USA): MC Graw Hill Int
- [10] Arismunandar W dan Tsuda K. 1997. *Motor Disel Putaran Tinggi*. Jakarta (ID): Pradnya Paramita
- [11] Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 978.K/10/DJM.S/2013 Tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar 48 yang Dipasarkan di Dalam Negeri
- [12] Soerawidjaja TH, T Adrisman UW, Siagian T, Prakoso IK, Reksowardojo KS, Permana. 2005. *Studi kebijakan penggunaan biodiesel di Indonesia*. Di dalam P Hariyadi N. Andarwulan L, Nuraida Y, Sukmawati. *Kajian Kebijakan dan Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel*. Kementerian Ristek dan Teknologi RI-MAKSI IPB Bogor
- [13] Gamayel A. 2016. Karakteristik campuran minyak jarak-minyak cengkeh. *Jurnal Teknik Mesin*. 6 (2): 63-66
- [14] Irvansyah MB. 2014. Pengaruh campuran solar dengan biodiesel dari residu minyak dalam limbah padat *spent bleaching earth* yang diproduksi secara *in situ* terhadap karakteristik dan kinerja mesin disel, *Skripsi*, Institut Pertanian Bogor
- [15] Sudik. 2013. Perbandingan performa dan konsumsi bahan bakar motor disel satu silinder dengan variasi tekanan injeksi bahan bakar dan variasi campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri. Semarang (ID) [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang
- [16] Riza, Restituta B, Paryanto I. 2015. Spesifikasi Mutu B-20 di Indonesia dan Perbandingannya dengan Spesifikasi Biodiesel, Minyak Solar, dan Standar Internasional. Disampaikan pada Seminar Kajian Teknis dan Uji Pemanfaatan Biodiesel B-20 pada Kendaraan Bermotor dan Alat Berat
- [17] Pramuhadi G, Hermawan W, Desrial. 2016. *Buku Pedoman dan Lembar Kerja Praktikum Motor dab Tenaga Penggerak*. Bogor (ID): Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB
- [18] Gunther E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*, (diterjemahkan oleh : Ketaren). Jakarta: UI Press
- [19] Setyadji M. 2008. Karakteristik biodiesel dari minyak jelantah dan solar di dalam mesin disel. *Jurnal Berkala MIPA*. 18(2):102-113