

ANALISIS UNJUK KERJA MESIN DIESEL DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN PERTADEX DAN BIODIESEL BIJI KEMIRI

Moh. Wafir¹, Digdo Listyadi S.², Rahma Rei S.², Nasrul Ilminnafik²

¹Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: digdolistya@gmail.com

ABSTRACT

*The decline in fuel oil production has led to the development of alternative fuels that are renewable and more environmentally friendly. An alternative fuel that can be developed is biodiesel. In this study aims to develop alternative biodiesel fuels as a substitute for fossil oil fuels that are feasible applied to diesel engines. This study conducted a diesel engine performance test using mixed fuel from pertadex and biodiesel *Aleurites Moluccana* with a variation of biodiesel mixture B10, B20, and B30. From the test results using a mixture of biodiesel, the effective power and torque produced by the engine decreases compared to using pure pertadex. Among the three variations of the biodiesel mixture, the best effective power produced by B10 fuel is 277 Watt and the best torque produced by B10 fuel is 1,238 Nm. Specific fuel consumption in all biodiesel blends is increased compared to pure pertadex. Among the three variations of the biodiesel mixture, the best specific fuel consumption produced by B30 fuel is 1197,67 g/kWh. The thermal efficiency in all biodiesel blends is increased compared to pure pertadex in B20 and B30 blends. Among the three variations of the biodiesel mixture, the best thermal efficiency produced by B20 fuel is 7,883 %. The opacity of the engine exhaust gas produced in all biodiesel mixes is getting better compared to using pure pertadex. The best opacity of the engine exhaust gas produced in the use of B30 fuel is 2,3% HSU.*

*Keywords: Biodiesel, *Aleurites Moluccana*, Diesel Engine Performance, Opacity*

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar cair hasil konversi dari minyak nabati yang terkandung pada tumbuhan, sehingga biodiesel ini dapat diperbaharui. Biodiesel ini ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan dengan minyak solar. Bahan bakar ini juga memiliki banyak kelebihan antara lain: bebas dari kandungan sulfur, bilangan asap (*smoke number*) kecil, memiliki *cetane number* yang tinggi, dan dapat terurai (*biodegradable*) [1]. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi atau dikenal dengan proses alkoholisis [2]. Biodiesel membutuhkan bahan baku minyak nabati yang dapat dihasilkan dari tanaman yang mengandung asam lemak. Tanaman tersebut antara lain: biji kemiri (*Aleurites Moluccana*), kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), jarak pagar (*Jatropha Curcas*), minyak jelantah, biji kapuk, kelapa, pohon karet, dan masih banyak jenis tanaman lainnya [3].

Biji kemiri merupakan salah satu sumber bahan baku minyak nabati yang prospektif dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel. Tanaman kemiri (*Aleurites Moluccana*) adalah tanaman yang memiliki kandungan minyak tingg mencapai 57-69% dari total bobot biji kemiri. Minyak kemiri mempunyai sifat mudah terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Selain

itu, minyak yang terkandung pada biji kemiri memiliki kadar asam lemak bebas (FFA) yang rendah yaitu 0,1-1,5 % [4]. Biodiesel telah banyak diaplikasikan sebagai campuran bahan bakar diesel, karena hasil pembakarannya lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar jenis fosil. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan biodiesel yang layak diaplikasikan pada mesin diesel. Penelitian ini melakukan pengujian unjuk kerja mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran pertamina dex dan biodiesel dari biji kemiri (*Aleurites Moluccana*). Pertamina dex digunakan sebagai campuran karena pertadex merupakan jenis bahan bakar diesel fosil yang menghasilkan kinerja terbaik dibandingkan bahan bakar diesel fosil lainnya [5].

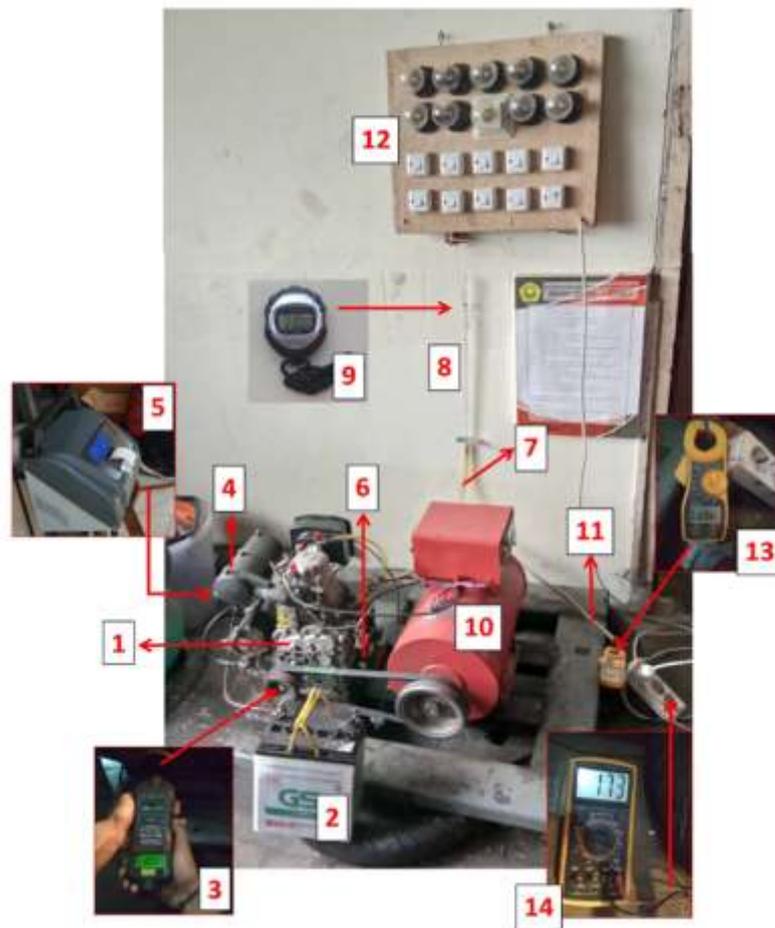
METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode ini digunakan untuk menguji unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar biosolar, pertamina dex, dan campuran pertamina dex dengan biodiesel biji kemiri (*Aleurites Moluccana*). Komposisi campuran biodiesel biji kemiri menggunakan variasi campuran

B10 (90% pertadex dan 10% biodiesel), B20 (80% pertadex dan 20% biodiesel), dan B30 (70% pertadex dan 30% biodiesel). Unjuk kerja mesin diesel yang diuji yaitu: Daya efektif, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi termal, dan opasitas. Adapun Tahapan pengujian yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Mesin diesel sudah dihubungkan dengan generator
2. Masukkan bahan bakar kedalam saluran bahan bakar mesin diesel.
3. Menyalakan mesin diesel tanpa pembebanan.
4. Mengatur pembebanan pada mesin diesel sebesar 500 watt dengan memberikan 5 lampu pijar pada *output* generator.

5. Mengatur putaran mesin menggunakan tuas kecepatan. Variasi putaran mesin 1600 rpm, 1800 rpm, 2000 rpm, 2200 rpm, dan 2400 rpm.
6. Beban dibiarkan konstan sebesar 500 watt untuk semua pengujian .
7. Pengambilan data dalam setiap putaran mesin meliputi : waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 ml tegangan listrik (*V*), arus listrik (*I*), dan opasitas mesin diesel.
8. Mengulang pengujian dengan menggunakan variasi campuran bahan bakar yang berbeda yaitu : Biosolar, B0 (Pertadex), B10, B20, dan B30



Gambar 1. Skema Peralatan Uji Unjuk Kerja Mesin

1. Mesin diesel
2. Akumulator (Aki)
3. *Tachometer* digital
4. Saluran gas buang mesin
5. *Smokemeter*
6. Tuas pengatur putaran mesin
7. Saluran masuk bahan bakar
8. Tabung ukur bahan bakar
9. *Stopwatch*
10. Generator
11. Kabel *output* generator
12. Pembebanan lampu
13. Amperemeter
14. Voltmeter

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Biodiesel Biji Kemiri (*Aleurites Moluccana*)

Hasil pengujian karakteristik biodiesel biji kemiri dibandingkan dengan Standar mutu biodiesel ditunjukkan pada Tabel 1. Standar mutu biodiesel yang dijadikan acuan pada penelitian ini adalah standar mutu

biodiesel menurut SNI 7182-2015 [6]. Dari hasil tersebut terlihat, nilai biodiesel kemiri memiliki karakteristik sama dengan biodiesel standar, sehingga bisa digunakan sebagai campuran minyak diesel.

b. Nilai Kalor Bahan Bakar

Hasil pengujian karakteristik semua bahan bakar diesel yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

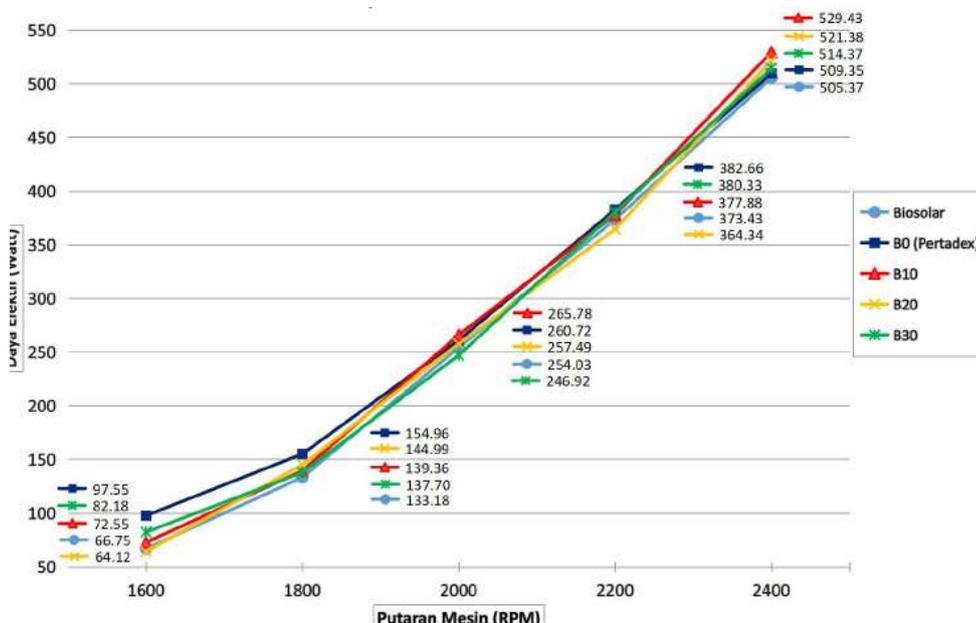
Tabel 1 Karakteristik Biodiesel Biji Kemiri

Parameter	Standa biodiesel	Hasil uji	Metode uji
Massa jenis pada 15 °C (kg/m3)	850 - 890	890,3	ASTM D-1298
Viskositas pada 40 °C (cSt)	2,3 - 6,0	4,113	ASTM D-445
Titik nyala (°C)	Min. 100	174	ASTM D-93
Nilai kalor (kal/g)	8956- 9601	9621	<i>Bomb Calorimetry</i>

Tabel 2 Karakteristik Bahan Bakar Diesel

Parameter	Biosolar	Pertadex	B10	B20	B30	Metode uji
Massa jenis pada 15 °C (kg/m3)	823,6	819,5	828,2	834,4	838,7	ASTM D-1298
Viskositas pada 40 °C (cSt)	2,0-4,5	2,0-4,5	2,743	2,604	2,631	ASTM D-445
Titik nyala (°C)	Min. 52	Min. 55	69	70	73	ASTM D-93
Nilai kalor (kal/g)	10787,9	11280,6	10967,8	10480	10463,9	<i>Bomb Calorimetry</i>

c. Daya Efektif

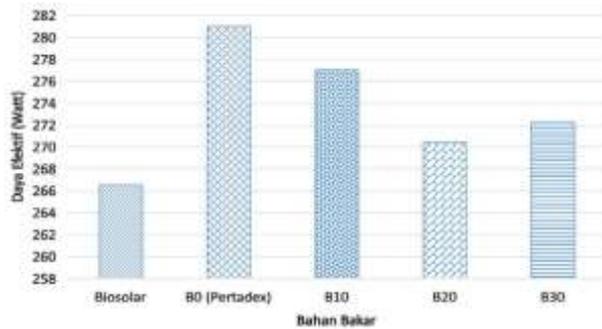


Gambar 2. Pengaruh komposisi bahan bakar pada Daya efektif dengan variasi putaran

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin bertambah putaran mesin maka nilai daya efektif terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi putaran mesin maka konsumsi bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar diperbesar. Sehingga campuran udara dan bahan bakar

mendekati campuran *stoichiometric* yang mengakibatkan pembakaran berlangsung mendekati sempurna. Pembakaran yang berlangsung semakin mendekati sempurna membuat putaran poros engkol juga semakin cepat dan mengakibatkan daya efektif yang dihasilkan mesin meningkat. Daya efektif

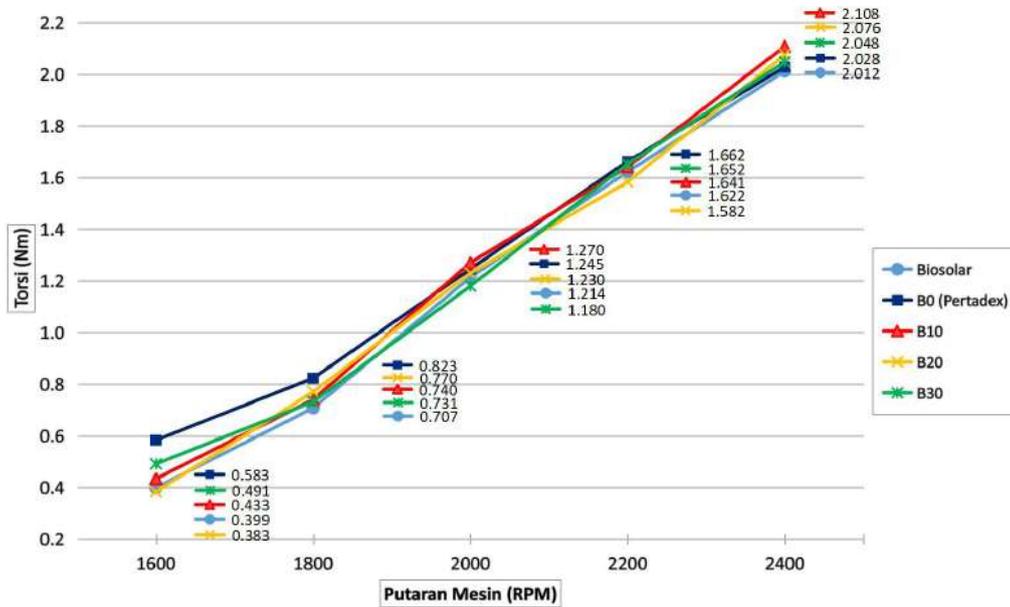
dipengaruhi oleh putaran poros engkol yang terjadi akibat dorongan piston yang dihasilkan karena adanya pembakaran bahan bakar dengan udara [7]



Gambar 3. Pengaruh komposisi bahan bakar pada Daya efektif

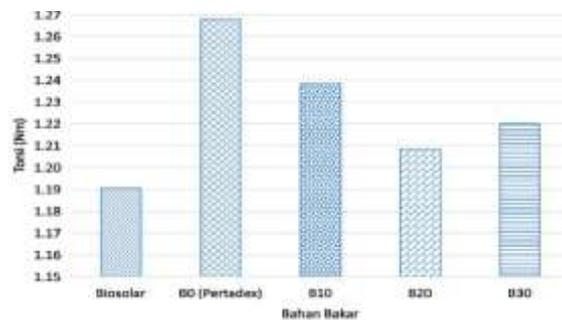
Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan biodiesel biji kemiri pada bahan bakar pertadex (B10, B20, B30), nilai daya efektif yang dihasilkan menurun dibandingkan saat menggunakan bahan bakar B0 (Pertadex murni). Hal ini disebabkan karena dengan penambahan biodiesel biji kemiri pada pertadex meningkatkan nilai viskositas pada campuran bahan bakar. Viskositas dari campuran bahan bakar B10, B20, dan B30 lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas maksimum pada bahan bakar B0 (Pertadex murni). Penambahan biodiesel biji kemiri pada pertadex juga menurunkan nilai kalor pada hasil pembakaran campuran bahan bakar diruang bakar. Nilai viskositas yang tinggi dan nilai kalor rendah akan menurunkan keluaran daya efektif yang dihasilkan [8].

c. Torsi (Nm)



Gambar 4. Pengaruh komposisi bahan bakar pada Torsi dengan variasi putaran

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi putaran mesin maka nilai torsi terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin tinggi maka bahan bakar yang dikompresikan lebih banyak. Sehingga ledakan yang terjadi pada saat pembakaran lebih besar. Ledakan tersebut menghasilkan gaya dorong yang besar pada kepala piston. Gaya dorong inilah yang mengakibatkan torsi menjadi meningkat [9]. Namun pada putaran mesin yang semakin tinggi ada besar kemungkinan torsi yang dihasilkan akan menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi putaran mesin akan mengakibatkan kehilangan daya gesekan yang juga semakin besar, sehingga daya efektif yang dihasilkan menurun dan mengakibatkan torsi juga menurun [10].



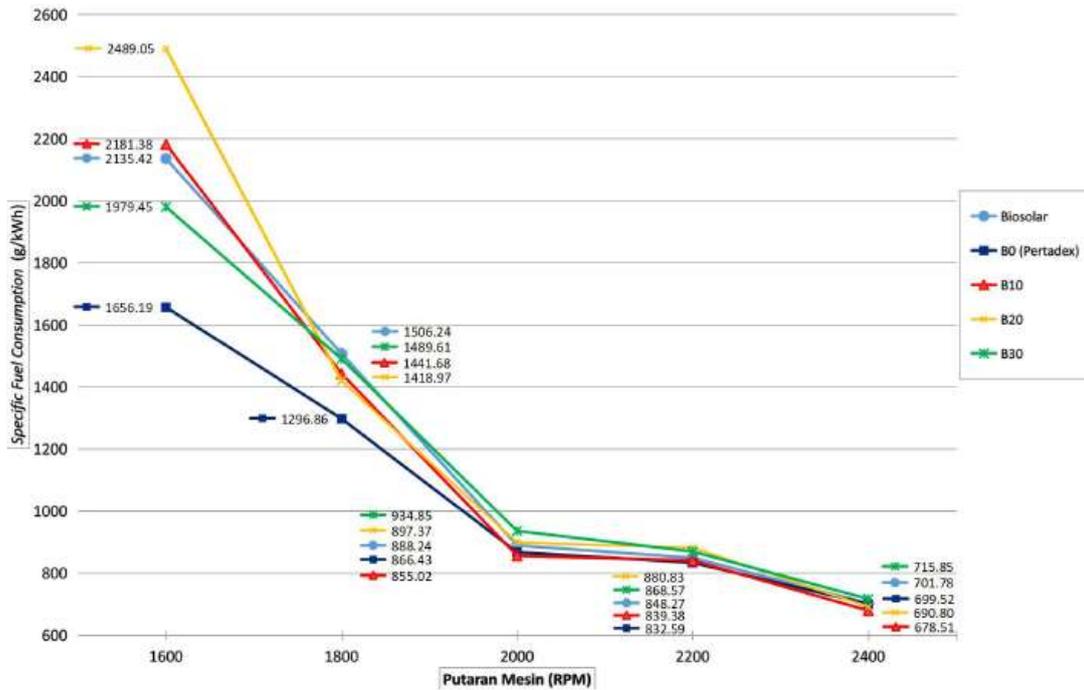
Gambar 5. Pengaruh komposisi bahan bakar pada Torsi

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan penambahan biodiesel biji kemiri pada bahan bakar pertadex (B10, B20, B30), nilai torsi yang dihasilkan menurun dibandingkan saat menggunakan bahan bakar B0 (Pertadex murni). Besarnya nilai torsi sangat dipengaruhi oleh nilai

kalor bahan bakar. Nilai kalor yang tinggi mengakibatkan pembakaran bahan bakar berlangsung dengan baik. Pembakaran yang berlangsung dengan baik akan membuat putaran poros engkol juga semakin cepat, sehingga torsi yang dihasilkan mesin meningkat. Nilai kalor bahan bakar campuran biodiesel dengan pertadex lebih rendah dibandingkan nilai kalor bahan bakar pertadex murni. Sehingga nilai torsi yang

dihasilkan pada bahan bakar campuran biodiesel dan pertadex juga lebih rendah dibandingkan nilai torsi yang dihasilkan bahan bakar pertadex murni.

d. Specific Fuel Consumption (g/kWh)

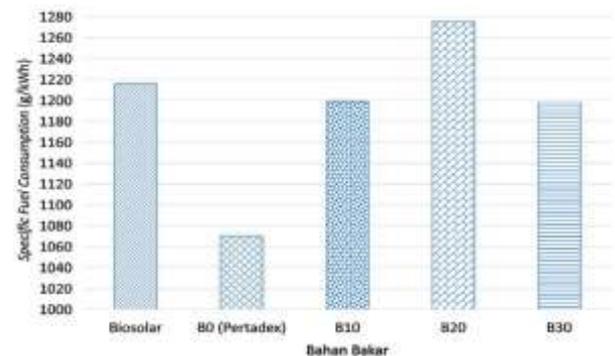


Gambar 6. Pengaruh komposisi bahan bakar pada SFC dengan variasi putaran

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin bertambah putaran mesin maka nilai konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific Fuel Consumption*) semakin menurun. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin naik, maka turbulensi aliran yang masuk ke ruang bakar semakin naik. Sehingga campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stoichiometric*, yang mengakibatkan proses pembakaran berlangsung mendekati sempurna. Pembakaran yang semakin mendekati sempurna membuat konsumsi bahan bakar menjadi semakin lebih baik, karena hampir semua bahan bakar terbakar sempurna menjadi daya efektif.

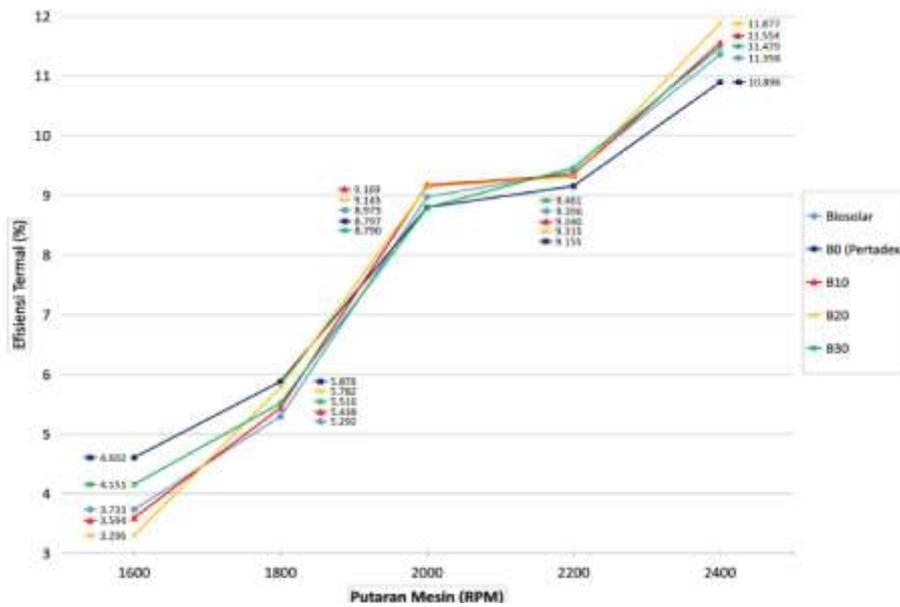
Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa dengan penambahan biodiesel biji kemiri pada bahan bakar pertadex (B10, B20, B30), nilai *SFC* yang dihasilkan meningkat dibandingkan saat menggunakan bahan bakar BO (Pertadex murni). Hal ini disebabkan karena dengan penambahan biodiesel biji kemiri pada pertadex menurunkan nilai kalornya dan meningkatkan nilai viskositas. Meningkatnya nilai viskositas dan

menurunnya nilai kalor akan menyebabkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat [11].



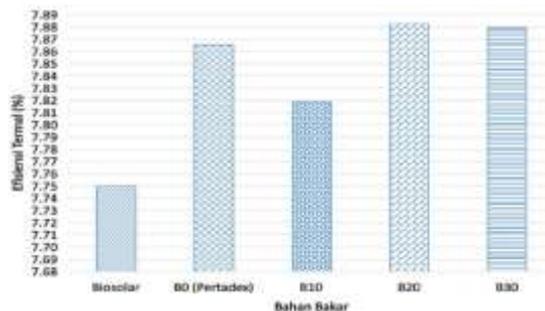
Gambar 7. Pengaruh komposisi bahan bakar pada *SFC*

e. Efisiensi Termal



Gambar 8. Pengaruh komposisi bahan bakar pada Efisiensi Termal dengan variasi putaran

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin bertambah putaran mesin maka nilai efisiensi termal terus mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi putaran mesin semakin banyak pula langkah kerja yang dibutuhkan pada waktu yang sama sehingga efisiensi meningkat. Nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang semakin turun seiring dengan kenaikan tekanan injeksi bahan bakar juga mempengaruhi kenaikan dari efisiensi termal. Karena semakin banyak bahan bakar yang dikonversi menjadi daya efektif mesin pada proses pembakaran [12]. Namun jika putaran mesin terus dinaikkan tidak menutup kemungkinan efisiensi termal akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin tingginya putaran mesin yang mengakibatkan mesin akan mengalami *overload* [13].

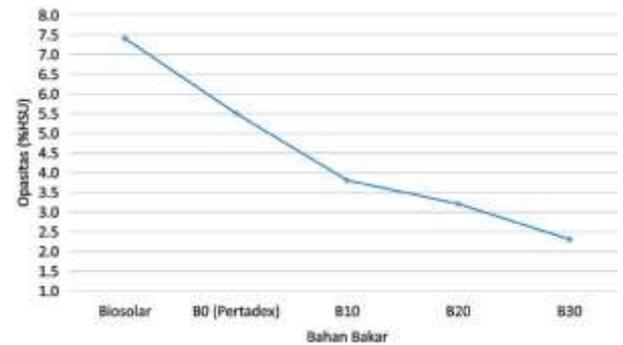


Gambar 9. Pengaruh komposisi bahan bakar pada efisiensi termal

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa saat penggunaan campuran bahan bakar B20 dan B30, nilai efisiensi termal yang dihasilkan meningkat dibandingkan saat menggunakan bahan bakar B0 (Pertadex murni). Namun pada saat penggunaan campuran bahan bakar B10 efisiensi termal mengalami penurunan dibandingkan saat menggunakan bahan bakar pertadex. hal ini disebabkan karena tingginya nilai viskositas pada bahan bakar B10 sehingga proses

pengabutan tidak sempurna. Nilai viskositas yang rendah akan memudahkan proses atomisasi atau pengabutan, sehingga akan menjamin kesempurnaan pembakaran di ruang bakar mesin diesel [14].

f. Opasitas



Gambar 10. Pengaruh bahan bakar pada opasitas

Pada Gambar 10. dapat dilihat bahwa pengaruh penggunaan campuran biodiesel biji kemiri pada bahan bakar pertadex menurunkan opasitas (kepekatan asap) yang dihasilkan mesin. Pada grafik terlihat semakin banyak campuran biodiesel semakin kecil nilai opasitas yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena bahan bakar biodiesel yang tidak mengandung sulfur sehingga opasitas yang dikeluarkan lebih ramah lingkungan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan emisi yang berupa opasitas begitu signifikan. Besarnya penurunan opasitas pada campuran biodiesel juga disebabkan karena tercukupinya jumlah udara dalam silinder. Sehingga sebagian besar bahan bakar bercampur secara ideal pada saat bahan bakar berbentuk uap [15]. Besar opasitas yang dihasilkan pada bahan bakar biodiesel umumnya rendah. Hal ini disebabkan asam lemak yang

terandung dalam biodiesel lebih mudah teroksidasi atau terbakar secara sempurna [16].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan biodiesel biji kemiri pada pertadex berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin diesel yang dihasilkan seperti berikut :

1. Daya efektif pada campuran bahan bakar terbaik adalah B10. Daya efektif rata-rata yang dihasilkan B10 meningkat sebesar 3,92% dari biosolar dan sedikit menurun dari pertadex murni sebesar 1,44%.
2. Torsi pada campuran bahan bakar terbaik adalah B10. Nilai torsi rata-rata yang dihasilkan bahan bakar B10 meningkat 4,01% dari biosolar dan sedikit menurun dari pertadex murni sebesar 2,35%.
3. *SFC* pada campuran bahan bakar terbaik adalah B30. Nilai *SFC* rata-rata yang dihasilkan bahan bakar B30 menurun 1,51% dari biosolar dan meningkat dari pertadex murni sebesar 11,90%.
4. Efisiensi termal pada campuran bahan bakar terbaik adalah B20. Nilai efisiensi termal rata-rata yang dihasilkan bahan bakar B20 meningkat sebesar 1,71% dari biosolar dan meningkat tidak terlalu signifikan dari pertadex murni sebesar 0,17%.
5. Semakin banyak jumlah campuran biodiesel pada pertadex semakin baik nilai opasitas yang dihasilkan. Opasitas terbaik dihasilkan pada campuran bahan bakar B30 yaitu sebesar 2,3 % HSU.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahyaningsih, E., R. Ibrahim, dan A. Roesyadi. 2013. *Pembuatan Biofuel dari minyak Nyamplung (Calophyllum inophyllum L) melalui proses Hidrocracking dengan katalis MiNo (Zeolit)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- [2] Sitorus, T. B., A. M. Lubis, dan R. H. Purba. 2016. *Analisis Unjuk Kerja Mesin Diesel Satu Silinder Menggunakan Supercarjer Berbahan Bakar Pertadex Dan Campuran Pertadex Biodiesel Biji BungaMatahari*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- [3] Shintawaty, A. 2006. *Prospek Pengembangan Biodiesel Dan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Indonesia*. Jakarta: *Economic Review*.
- [4] Estrada, F., R. Gusmao, Mudjijati, dan N. Indraswati. 2007. Pengambilan Minyak Kemiri Dengan Cara Pengepresan dan Dilanjutkan Ekstraksi Cake Oil. *WIDYA TEKNIK* 6(2):121-130.
- [5] Cappenberg, A. D. 2017. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biosolar Dan Pertamina Dex

Terhadap Prestasi Motor Diesel Silinder Tunggal. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur UNJ* 2: 70-74.

- [6] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2015. Biodiesel. Revisi dari SNI 7128 :2012. Jakarta: BSN Pusat.
- [7] Rumahorbo, A. M., dan M. Hazwi. 2014. Analisa Eksperimental Performansi Mesin Diesel Menggunakan Bahan Campuran Biofuel Vitamine Engine Power Booster. *Jurnal e-Dinamis* 9(1): 1-10.
- [8] Havendri, A. 2008. Kaji Eksperimental Prestasi Dan Emisi Gas Buang Motor Bakar Diesel Menggunakan Variasi Campuran Bahan Bakar Biodiesel Minyak Jarak (*Jatropha Curcas L*) Dengan Solar. *Teknika* 1(29): 65-72.
- [9] Widiyanto, A. 2014. Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar-Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja Dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah. *Jurnal Teknik Mesin* 2(3): 38-46.
- [10] Susila, I. W. 2010. Kinerja Mesin Diesel Memakai Bahan Bakar Biodiesel Biji Karet dan Analisa Emisi Gas Buang. *Jurnal Teknik Mesin* 12(1): 43-50.
- [11] Azad, K., dan M. Rasul. 2018. Performance and Combustion Analysis of Diesel Engine Fueled with Grape Seed and Waste Cooking Biodiesel. *Energy Procedia* 160(2019):340-347.
- [12] Ahmad, A. S. 2017. Studi Eksperimen Unjuk Kerja Mesin Diesel Sistem Dual Fuel Dengan Variasi Tekanan Penginjeksian Pada Injektor Mesin Yanmar Tf55 R Di. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [13] Juanda, B. 2017. Analisa Perbandingan Uji Performa Pada Motor Diesel Satu Silinder, Menggunakan Biodiesel Minyak Biji Kapuk (*Ceiba Pentandra*) Dengan Biosolar (Pertamina). *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [14] Kong, T. G. 2010. *Peran biomassa bagi energi terbarukan, pengantar solusi pemanasan global yang ramah lingkungan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- [15] Tanuhita, B. 2014. Pengaruh Campuran Biodiesel Dari Minyak Biji Kapas Pada Solar Terhadap Kinerja Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel. *JTM* 3(2): 112-120.
- [16] Setyadi dan Susiantini. 2007. *Pengaruh Penambahan Biodiesel Jelantah Pada Solar Terhadap Emisi Gas Buang CO, CO2 Dan HC*. Yogyakarta: Prosiding PPI- PDIPTN 2007 Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN, 10 Juli 2007.