

PENGARUH PENGGUNAAN BIODIESEL CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK SAWIT DENGAN KOMPOSISI 2:3 TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL

Bangkit Waskhito^a, Wahyudi^b, Muhammad Nadjib^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
^amuhammadbangkit@gmail.com ^b wahyudi_stmt@yahoo.co.id, ^c nadjibar@yahoo.com

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan berkembangnya teknologi maka kebutuhan bahan bakar juga semakin meningkat, akan tetapi cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil semakin hari semakin menipis karena sifatnya yang tidak bisa diperbaharui. Biodiesel adalah salah satu bahan bakar yang bisa diperbaharui yang terbuat dari minyak nabati maupun hewani. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan yaitu biodiesel dari minyak jarak dan minyak sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik bahan bakar biodiesel minyak jarak-sawit berupa daya, konsumsi bahan bakar spesifik, karakteristik injeksi bahan bakar. Penelitian ini menggunakan bahan bakar biodiesel variasi B25, B30, B35, B40 dan solar dengan melakukan pengujian sifat fisik. Pada pengujian menggunakan mesin diesel silinder tunggal yang dihubungkan ke generator dengan beban 5 lampu dengan daya masing-masing lampu 500 watt. Kemudian uji performa mesin diesel, uji konsumsi bahan bakar, serta karakteristik injeksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar murni memiliki daya yang lebih tinggi atau paling boros dibanding bahan bakar biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40. Pada pengujian karakteristik injeksi menunjukkan bahwa bahan bakar solar murni memiliki sudut semprotan yang paling besar. Sedangkan bahan bakar minyak jarak mempunyai sudut semprotan paling kecil.

Kata Kunci : Biodiesel, Minyak Jarak, Minyak Sawit, Solar, Unjuk Kerja Mesin Diesel, Karakteristik Injeksi

Abstract

Along with the increasing human population and development of technology, the need for fuel is also increasing, but reserves of petroleum resources derived from fossils are increasingly depleting because of its non-renewable nature. Biodiesel is a renewable fuel made from vegetable and animal oils. In this research, the raw materials used are biodiesel from castor oil and palm oil. This study aims to obtain the characteristics of palm-castor oil biodiesel fuel in the form of power, specific fuel consumption, fuel injection characteristics. This study uses biodiesel fuel variations in B25, B30, B35, B40 and diesel by testing physical properties. In testing using a single cylinder diesel engine that is connected to the generator with a load of 5 lamps with a 500 watt lamp each. Then test the performance of diesel engines, test fuel consumption, and injection characteristics. The results showed that overall pure diesel fuel has a higher or more wasteful power compared to biodiesel fuels of variations in B25, B30, B35, and B40. In testing the injection characteristics show that pure diesel fuel has the biggest spray angle. While castor oil has the smallest spray angle.

Keywords : Biodiesel, Castor Oil, Palm Oil, Diesel Fuel, Diesel Engine Performance, Injection Characteristics.

1. Pendahuluan

Energi merupakan bagian yang penting bagi masyarakat, karena hampir semua kegiatan manusia memerlukan energi. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan energi di Indonesia semakin hari meningkat dan tidak dapat dihindari dari kehidupan masyarakat. Peningkatan ini akan terus terjadi seiring dengan meningkatnya populasi manusia, aktivitas industri dan transportasi. Salah satu sumber energi yang sering digunakan adalah minyak bumi bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas dan dibutuhkan untuk ribuan tahun dalam memperbaharunya sedangkan kebutuhan akan bahan bakar fosil saat ini tinggi, diperkirakan akan habis jika dieksploitasi besar-besaran. Ketergantungan terhadap minyak bumi dapat dikurangi dengan memanfaatkan bahan bakar biodiesel. Biodiesel dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil yang memiliki sifat dapat terurai (*biodegradable*), ramah lingkungan dan dapat diperbarui (*renewable*) (Raharjo, 2007).

Biodiesel adalah bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari minyak nabati atau pun hewani melalui proses transesterifikasi dan esterifikasi yang dapat digunakan sebagai bahan bakar minyak mesin diesel. Prinsip proses transesterifikasi dilakukan untuk mengeluarkan gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol menjadi alcohol ester (*Fatty Acid Methyl Ester/FAME*) (Ananta, 2002).

Minyak kelapa mempunyai potensi besar untuk dijadikan bahan bakar biodiesel karena mempunyai nilai kalor setara dengan solar. Tingkat keberhasilan dalam pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh temperatur saat pemanasan, kadar katalis, dan putaran pengadukan, serta kandungan air ketika pembuatan sodium mektosid (Darmanto dan Sigit, 2006).

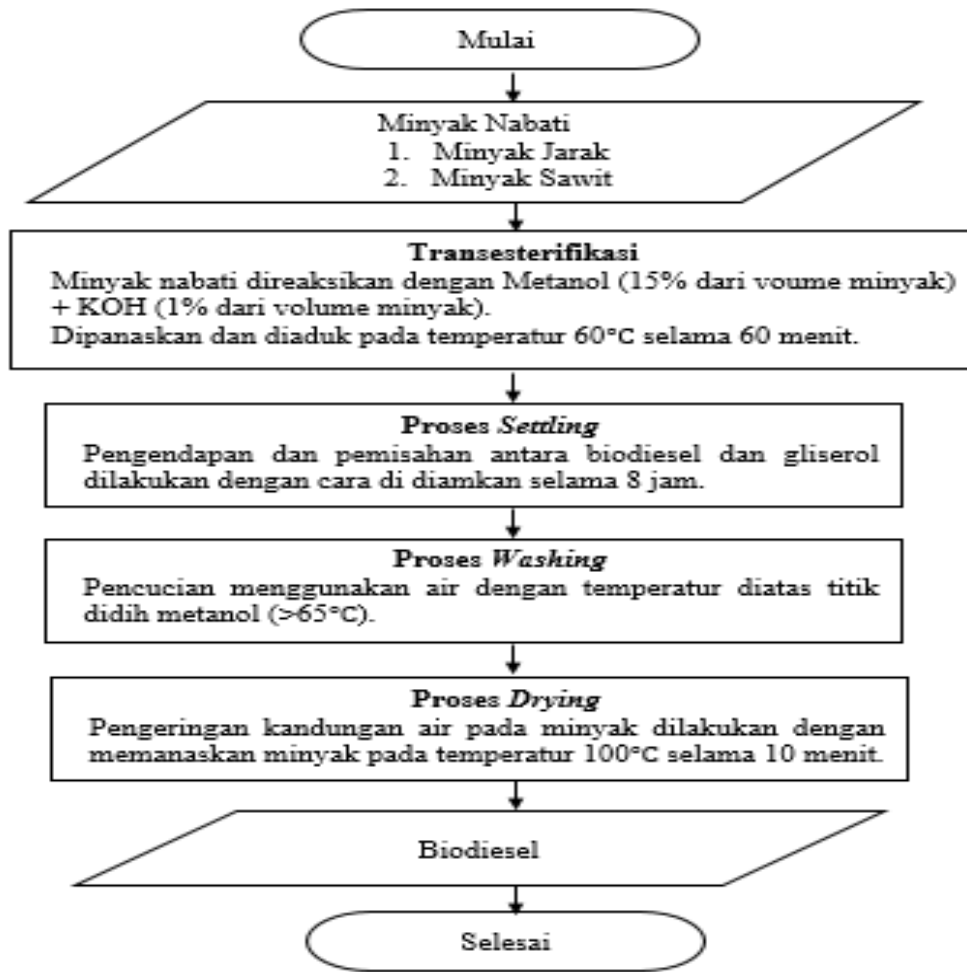
Tanaman jarak pagar menghasilkan biji yang memiliki kandungan minyak sekitar 30 – 50 %. (Said, Wenny, dan Tri, 2010). Bila dibandingkan dengan minyak bakar fosil minyak jarak masih memiliki kekurangan diantaranya viskositas yang tinggi, penguapan yang begitu rendah dan tingkat kereaktifan rantai hidrokarbon tak jenuh (Ghamayel, 2016).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan pengujian pencampuran bahan bakar biodiesel dari minyak jarak dan minyak sawit dengan campuran solar terhadap unjuk kerja mesin diesel, untuk mengetahui karakteristik dari berbagai variasi biodiesel minyak jarak dan minyak sawit dengan solar. Diharapkan pencampuran dapat memperbaiki sifat fisik biodiesel tersebut.

2. Metode Penelitian

2.1 Proses Pembuatan Biodiesel

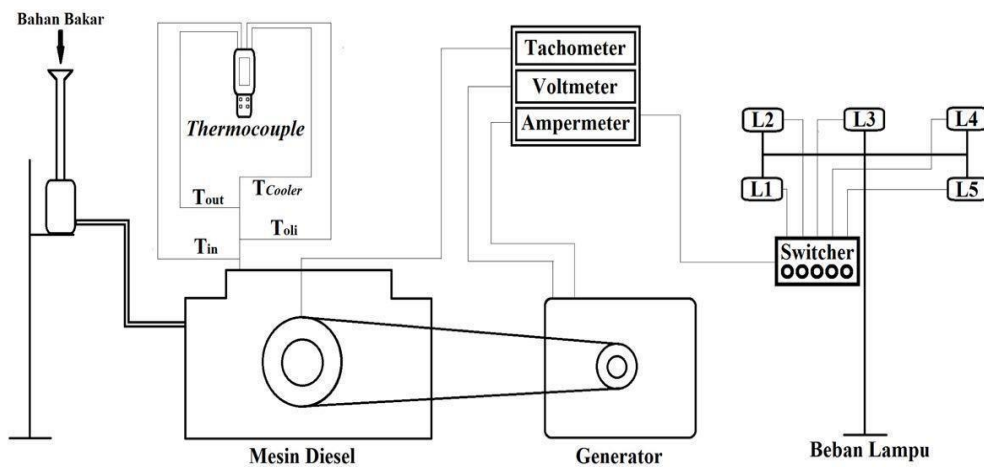
Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Dalam proses ini masing-masing minyak nabati direaksikan dengan katalis dan metanol. Secara sederhana proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses pembuatan biodiesel

2.2 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

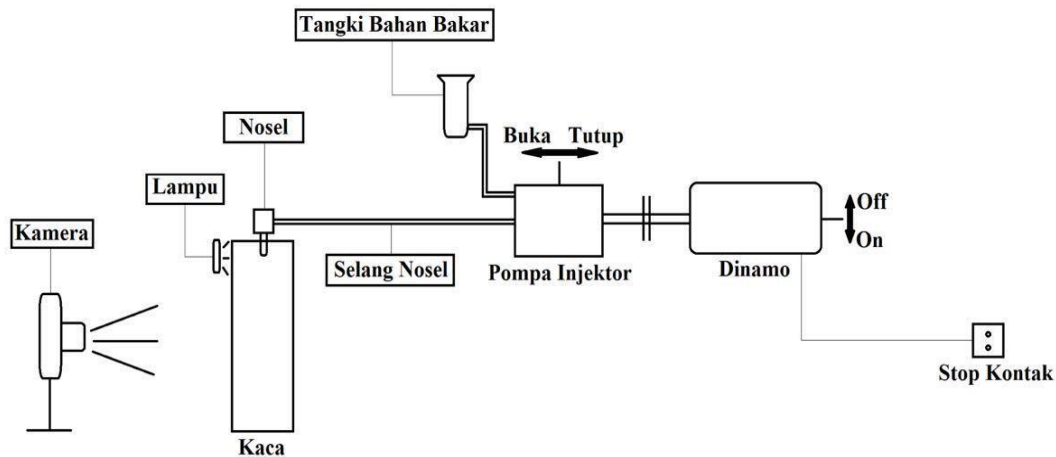
Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja mesin diesel dengan tujuan untuk mengetahui performa mesin dengan bahan bakar biodiesel variasi campuran jarak dan sawit dengan campuran solar B25, B30, B35, dan B40. Pengujian pada solar sebagai pembandingan. Berikut skema dalam pengujian kinerja mesin.



Gambar 2 Skema pengujian unjuk kerja mesin diesel

2.3 Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian karakteristik injeksi digunakan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel mesin diesel tekanan 1 atm. Pengambilan data menggunakan kamera, data yang didapat berupa video yang diubah menjadi gambar. Berikut skema pengujian karakteristik injeksi.



Gambar 3 Skema pengujian karakteristik injeksi

2.4 Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

Data daya didapatkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian mengkalikan tegangan dengan arus pada mesin diesel sehingga diperoleh hasil daya maksimal mesin.

Konsumsi bahan bakar dapat diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan tangki mini dengan buret sebagai alat penampung bahan bakar agar dapat dilakukan proses bongkar pasang. Pada proses ini dilakukan dengan mengisi tangki mini dengan takaran tertentu. Semua proses pengujian dilakukan pada malam hari di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.5 Perhitungan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Besar sudut injeksi bahan bakar diperoleh dengan melakukan uji karakteristik injeksi melalui pengambilan gambar saat bahan bakar di injeksikan, selanjutnya gambar tersebut dianalisa untuk mengetahui besar sudut penginjeksiannya.

Proses analisa secara teoritis dilakukan menggunakan persamaan Borman (1998) dan untuk mengetahui sudut injeksi secara visual pada gambar dilakukan menggunakan Autodesk Inventor Pro 2015.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

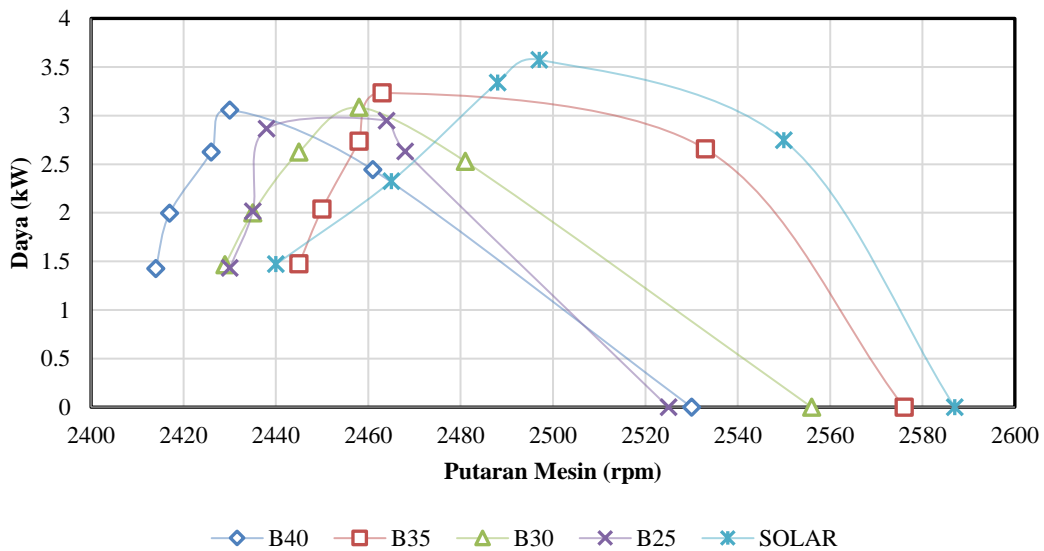
Pada pengujian ini variasi bahan bakar yang digunakan yaitu minyak solar murni dan biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan variasi B25, B30, B35, dan B40. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan besar daya yang dihasilkan dari bahan bakar pada mesin diesel. Pengambilan data daya listrik dihasilkan dengan menggunakan alat ukur amperemeter yang berfungsi untuk mengukur arus dan voltemeter untuk tegangan atau voltase pada alternator.

Berikut hasil uji daya listrik pada putaran mesin dengan bukaan throttle penuh. Data hasil dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4

Tabel 1. Hasil Pengujian Daya Listrik

Beban (Watt)	Putaran Mesin (RPM)				
	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	2525	2556	2576	2530	2587
500	2468	2481	2533	2461	2550
1000	2464	2458	2463	2430	2497
1500	2438	2445	2458	2426	2488
2000	2435	2435	2450	2417	2465
2500	2430	2429	2445	2414	2440

Beban (Watt)	Daya (kW)				
	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	0	0	0	0	0
500	2,629	2,529	2,657	2,442	2,747
1000	2,948	3,084	3,234	3,057	3,574
1500	2,864	2,624	2,737	2,625	3,338
2000	2,016	1,999	2,037	1,996	2,325
2500	1,430	1,465	1,473	1,425	1,47



Gambar 4 Grafik Putaran Mesin Terhadap Daya Listrik

Dapat dilihat dari gambar 4 bahwa bahan bakar solar murni menghasilkan daya yang paling tinggi dari pada bahan bakar yang lain. Daya tertinggi yang dihasilkan solar murni sebesar 3,574 kW pada pembebanan 1000 Watt dengan perputaran mesin 2497 rpm. Akan tetapi pada pembebanan maksimum lampu nyala atau pada beban 2500 Watt, bahan bakar biodiesel variasi B35 mampu menghasilkan daya tertinggi sebesar 1,473 kW pada putaran mesin 2445 rpm. Sedangkan daya yang terendah dihasilkan bahan bakar biodiesel variasi B40 sebesar 1,425 kW dengan putaran mesin 2414 rpm.

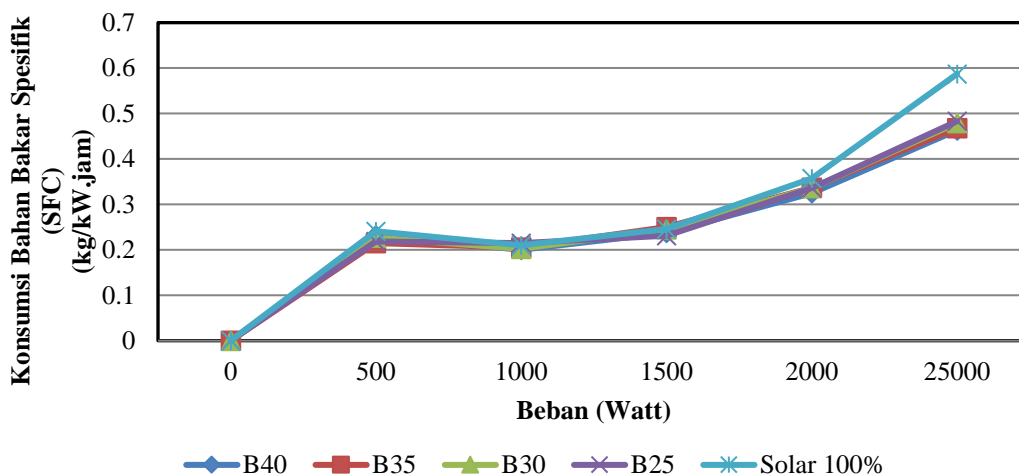
Perbedaan daya yang dihasilkan oleh masing – masing bahan bakar dipengaruhi oleh nilai sifat fisiknya terutama nilai kalor yang terdapat pada masing – masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar dengan nilai kalor yang tinggi berarti memiliki kandungan energi yang tinggi pula. Tingginya kandungan energi yang terdapat pada suatu bahan bakar maka berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Semakin tinggi kandungan energi maka pembakaran di dalam ruang bakar juga semakin sempurna dan efisien, sehingga menghasilkan daya output yang tinggi.

3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Dalam pengujian ini menggunakan bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel solar yang divariasikan menjadi B25, B30, B35, dan B40. Pada perhitungan konsumsi bahan bakar ini menggunakan tangki bahan bakar mini dan burret yang berfungsi untuk mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar tersebut. Hasil uji bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Variasi B25, B30, B35, dan B40.

Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kw.jam)					
Beban (Watt)	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	0	0	0	0	0
500	0,218	0,227	0,215	0,232	0,241
1000	0,215	0,202	0,205	0,200	0,210
1500	0,231	0,245	0,250	0,237	0,246
2000	0,336	0,336	0,337	0,325	0,357
2500	0,483	0,479	0,468	0,463	0,587



Gambar 5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Menggunakan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Variasi B25, B30, B35, dan B40 terhadap Beban Lampu pada Putaran Mesin Maksimal.

Gambar 5 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) saat menggunakan bahan bakar solar murni memiliki angka yang paling tinggi di seluruh variasi pembebanan dari semua jenis bahan bakar atau merupakan yang paling boros. Hal ini terjadi karena semakin tinggi angka konsumsi bahan bakar (SFC) berarti semakin boros pemakaian bahan bakarnya dan juga sebaliknya.

Nilai dari sifat fisik bahan bakar sangat berpengaruh terhadap nilai konsumsi bahan bakar (SFC) yang dihasilkan. Nilai sifat fisik yang berpengaruh terhadap nilai konsumsi bahan bakar (SFC) berupa viskositas, densitas dan nilai kalor. Bahan bakar dengan nilai viskositas dan densitas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar sulit untuk dialirkan maupun di injeksikan sehingga suplay bahan bakar ke ruang bakar menjadi sedikit dan mengakibatkan turunnya daya yang dihasilkan oleh mesin. Suplay bahan bakar yang sedikit

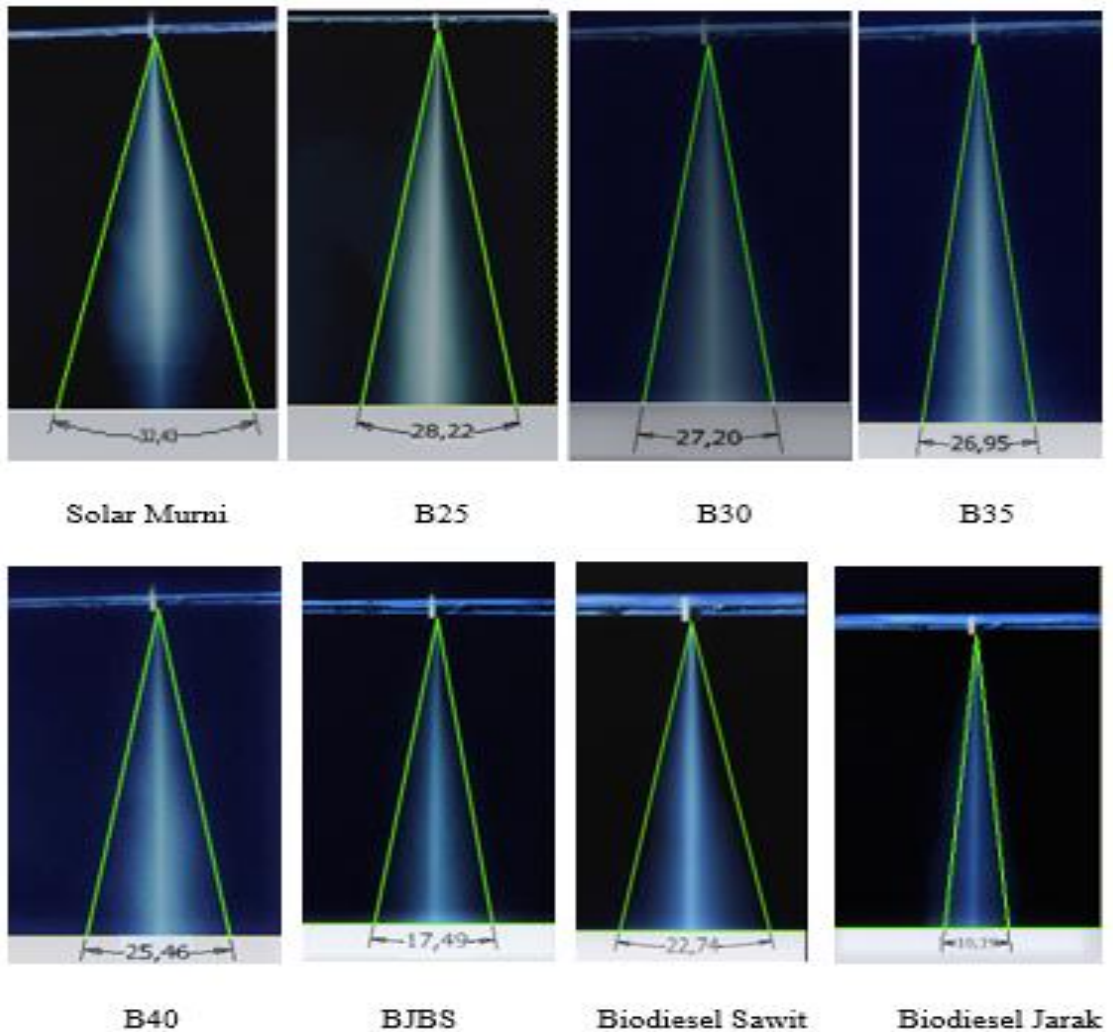
ke dalam ruang bakar berarti sedikit bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin atau dibakar pada ruang bakar sehingga SFC menjadi kecil atau hemat pemakaian bahan bakar.

Hasil ini sesuai dengan pengujian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Nagardkk, (2015), bahwa nilai bahan bakar spesifik akan menurun seiring bertambahnya jumlah perbandingan biodiesel yang dicampurkan dengan solar. Diketahui dari penelitian tersebut bahwa nilai konsumsi bahan bakar spesifik, bahan bakar biodiesel jarak – sawit 20% (JPB20) lebih rendah 9,30% dari bahan bakar solar murni (D100) dengan beban 75% dari beban total. Sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bahan bakar biodiesel jarak – sawit variasi B25, B30, B25, dan B40 memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang lebih rendah dibandingkan dengan solar murni.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa, bahan bakar solar merupakan yang terboros dari semua jenis variasi bahan bakar dengan angka SFC 0,587 kg/kW.jam dan B40 merupakan variasi bahan bakar yang paling hemat pemakaian bahan bakarnya yaitu dengan angka SFC sebesar 0,463 kg/kW.jam pada pembebanan maksimal.

3.3 Hasil Uji Sudut Semprotan Injektor Bahan Bakar Solar, Biodiesel Campuran Jarak dan Sawit, Biodiesel Sawit, Biodiesel Jarak, Biodiesel B25, B30, B35, B40

Pengolahan data mengenai data sudut semprotan dilakukan menggunakan aplikasi Inventor. Berikut hasil pengolahan data sudut semprotan injektor yang disajikan pada Gambar 6 dan pada Tabel 3.



Gambar 6 Sudut Semprotan Injektor

Tabel 3. Hasil Pengujian Sudut Semprotan Injektor.

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Sudut Semprotan (°)
1	Solar	2,9	32,43
2	B25	5,3	28,22
3	B30	5,5	27,20
4	B35	5,6	26,95
5	B40	5,7	25,46
6	Biodiesel Sawit	5,9	22,74
7	Biodiesel Campuran	13,4	17,49
8	Biodiesel Jarak	70,3	10,19

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa bahan bakar dengan nilai viskositas yang paling tinggi akan memiliki sudut semprotan terkecil dan bahan bakar dengan nilai viskositas terendah akan memiliki sudut semprotan yang paling lebar. Biodiesel jarak merupakan bahan bakar yang mempunyai nilai viskositas yang paling tinggi yaitu sebesar 70,3 cSt dan memiliki sudut semprotan penetrasi 10,19°, sedangkan bahan bakar solar mempunyai nilai viskositas terendah yaitu sebesar 2,9 cSt dan memiliki sudut semprotan penetrasi 32,43°. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi viskositas maka bahan bakar akan semakin sulit untuk dikabutkan sehingga saat bahan bakar disemprotkan atau saat proses penginjeksian bahan bakar tidak akan membentuk kabutan akan tetapi terbentuk tetesan dan menyebabkan sudut penyemprotan semakin kecil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kinerja mesin diesel bahan bakar biodiesel jarak - sawit 2:3 variasi B25, B30, B35, dan B40 menghasilkan daya yang hampir sama besarnya dengan daya yang dihasilkan oleh solar murni. Perbedaan yang dihasilkan bahan bakar oleh masing-masing variasi bahan bakar dipengaruhi oleh nilai sifat fisiknya terutama nilai kalor yang terdapat pada masing-masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi berarti memiliki kandungan energi yang tinggi.
2. Solar merupakan bahan bakar yang paling boros dibandingkan jenis variasi bahan bakar biodiesel lainnya. Biodiesel variasi B40 merupakan bahan bakar terhemat, karena nilai SFC variasi B40 paling rendah dibanding variasi bahan bakar lainnya.
3. Karakteristik injeksi saat penyemprotan bahan bakar dipengaruhi oleh sifat fisik viskositas, semakin tinggi nilai viskositas maka semakin kecil sudut semprotannya. Untuk bahan bakar biodiesel jarak menghasilkan sudut semprotan yang paling kecil sedangkan solar menghasilkan sudut yang paling besar.

5. Daftar Pustaka

- Ananta A. 2002. "*Biodiesel Dari Minyak Jelantah. Kompas*".
- Gamayel, A, 2016. *Karakteristik fisik bahan bakar alternatif campuran minyak jarak (Cjo)- minyak cengkeh*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 19, No. 2.
- Raharjo, Samsudi. 2007. "*Analisa Performa Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar*". Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Sari, Sri Poernomo dan Eko Pramono. 2012. "*Unjuk Motor Diesel Tipe S-1110 Dengan Bahan Biodiesel M20 Dari Minyak Jelantah Dengan Katalis 0,35% NaOH*". Universitas Gunadarma.
- Said, M, Septiarty W, Tutiwi T. 2010. "*Studi Kinetika Reaksi Pada Metanolisis Minyak Jarak Pagar*", Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol.17.