

## PENGARUH PENGGUNAAN BIODIESEL CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK SAWIT DENGAN KOMPOSISI 1:1 TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL

Muhammad Apri Affandi<sup>a</sup>, Wahyudi<sup>b</sup>, Muhammad Nadjib<sup>c</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183  
<sup>a</sup>muh.affandi97@gmail.com <sup>b</sup>wahyudi\_stmt@yahoo.co.id, <sup>c</sup>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

Bahan bakar minyak bumi merupakan salah satu kebutuhan yang paling utama dan banyak digunakan di berbagai negara. 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. Menurut data *Automotive Diesel Oil*, konsumsi bahan bakar Indonesia telah melebihi produksi sejak tahun 1995, dan diperkirakan cadangan minyak Indonesia akan habis dalam waktu 10 - 15 tahun mendatang (Anshary dkk, 2012).

Biodiesel dapat dijadikan sebagai salah satu upaya dalam mengatasi ketergantungan terhadap BBM yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan tidak mempunyai efek negatif terhadap kesehatan, dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dan dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil. (Said, 2010).

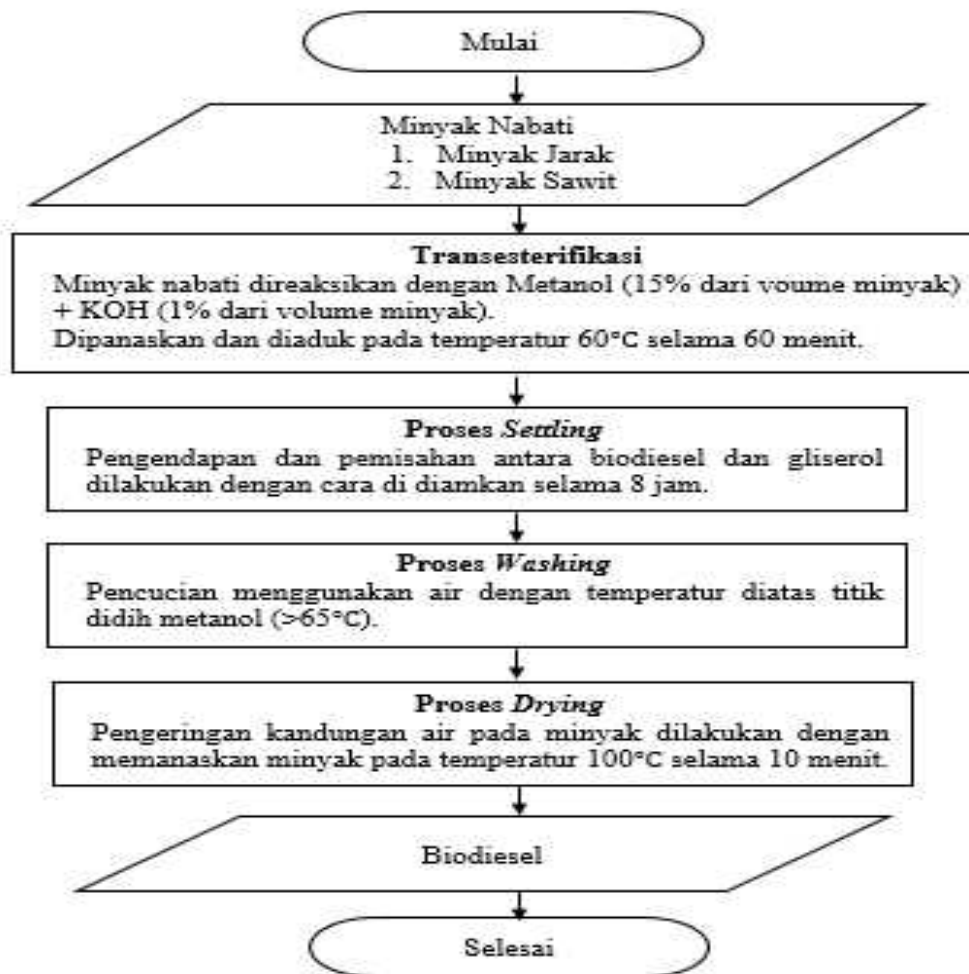
Di Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan biodiesel, karena bahan baku biodiesel yang sangat mudah ditemukan di Indonesia, sebagai contoh bahan baku biodiesel yang banyak tersedia di Indonesia yaitu minyak jarak dan minyak sawit. Masing-masing minyak nabati tersebut masih memiliki kekurangan. Minyak jarak masih memiliki kekurangan diantaranya viskositas yang tinggi, penguapan yang begitu rendah dan kereaktifan rantai hidrokarbon tak jenuh (Gamayel, 2016). Minyak sawit sebagai minyak nabati masih banyak untuk memenuhi kebutuhan pangan di dunia dan di Indonesia. Keunggulan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel adalah kandungan asam lemak jenuhnya yang tinggi sehingga dengan semakin tingginya kandungan asam lemak jenuh maka menghasilkan angka setana yang semakin tinggi (Wahyuni, 2010).

Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik biodiesel salah satunya adalah dengan mencampur biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan biodiesel campuran minyak jarak dan minyak sawit terhadap unjuk kerja mesin diesel.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Proses Pembuatan Biodiesel

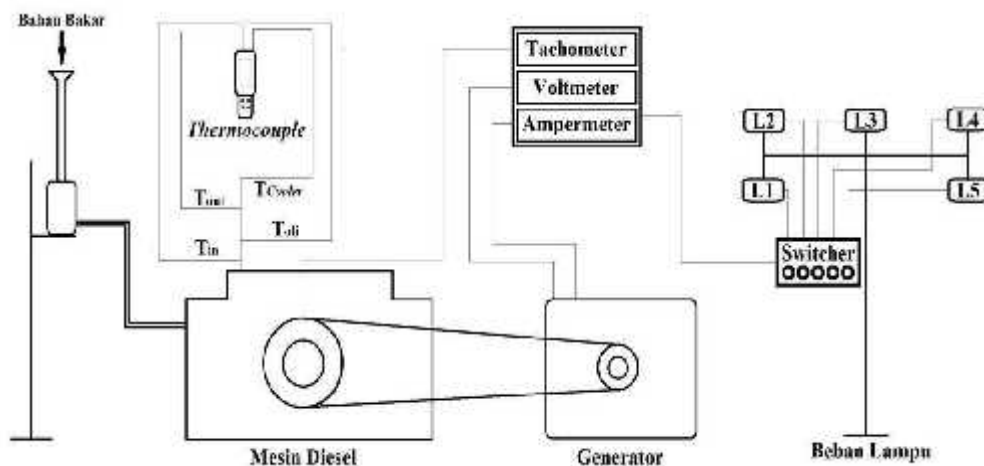
Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Dalam proses ini masing-masing minyak nabati direaksikan dengan katalis dan metanol. Secara sederhana proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses pembuatan biodiesel

### 2.2 Pengujian Unjuk Kerja Mesin Diesel

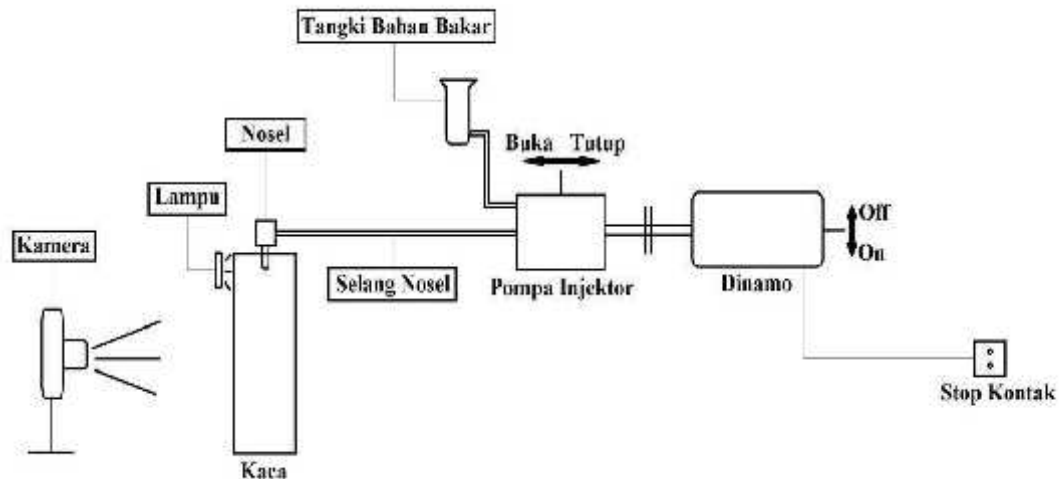
Selanjutnya dilakukan pengujian kinerja mesin diesel dengan tujuan untuk mengetahui performa mesin dengan bahan bakar biodiesel variasi campuran jarak dan sawit dengan campuran solar B25, B30, B35, dan B40. Pengujian pada solar sebagai pembanding. Berikut skema dalam pengujian kinerja mesin.



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

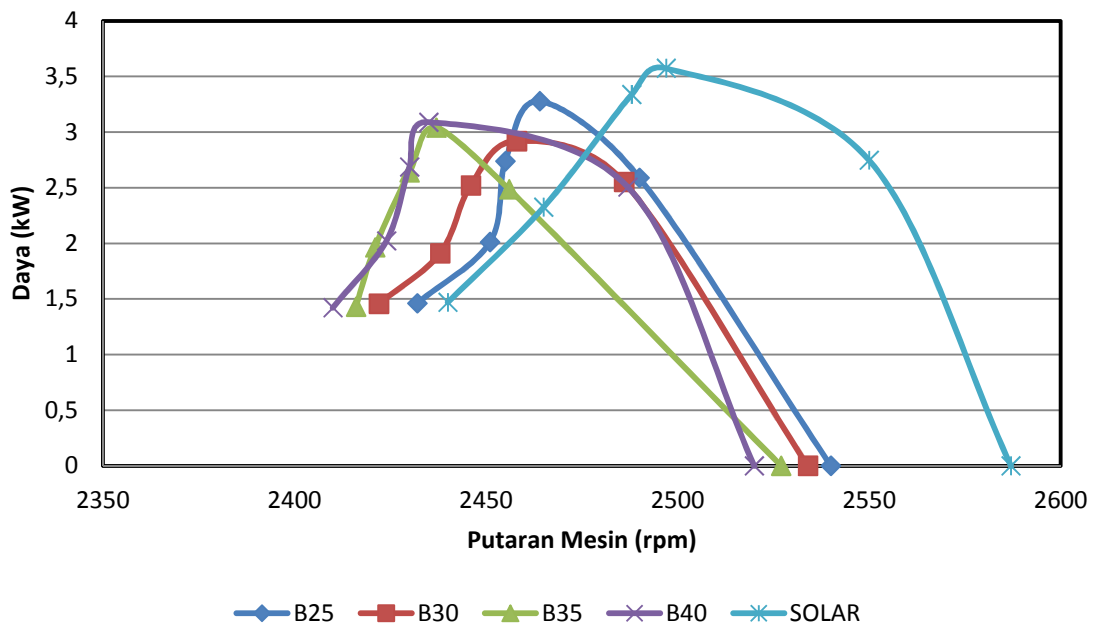
### 3.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

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  
Putaran Mesin (RPM)

Beban (Watt)	Putaran Mesin (RPM)				
	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	2540	2534	2527	2520	2587
500	2490	2486	2456	2487	2550
1000	2464	2458	2437	2435	2497
1500	2455	2446	2430	2430	2488
2000	2451	2438	2421	2424	2465
2500	2432	2422	2416	2410	2440
Beban (Watt)	Daya (kW)				
	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	0	0	0	0	0
500	2,589	2,552	2,486	2,505	2,747
1000	3,277	2,919	3,040	3,088	3,574
1500	2,738	2,520	2,638	2,686	3,338
2000	2,011	1,910	1,964	2,022	2,325
2500	1,461	1,457	1,431	1,421	1,470



**Gambar 4** Grafik Putaran Mesin Terhadap Daya Listrik

Dapat diketahui dari gambar 4 bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar menghasilkan daya yang paling tinggi dibandingkan bahan bakar lainnya. Daya tertinggi yang dihasilkan solar yaitu sebesar 3,574 kW dengan putaran mesin 2497 rpm pada pembebanan 1000 watt. Akan tetapi pada pembebanan maksimum atau pada beban 2500watt, bahan bakar variasi B25 mampu menghasilkan daya tertinggi yaitu sebesar 1,461 kW pada putaran mesin 2432 rpm . Sedangkan daya terendah dihasilkan bahan bakar B40 yaitu sebesar 1,421 kW dengan putaran mesin 2410 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

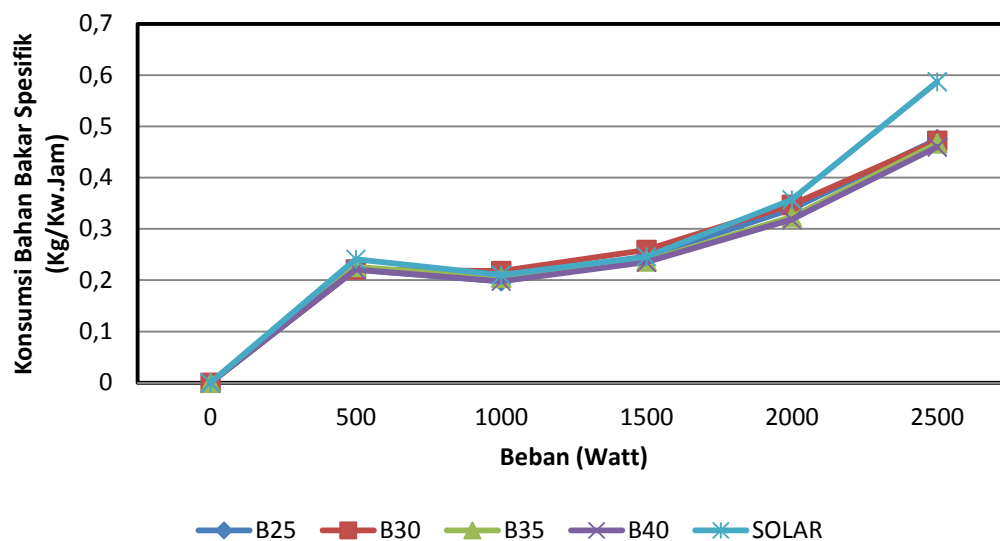
berpengaruh pada proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Semakin tinggi kandungan energi maka pembakaran di dalam ruang bakar juga semakin sempurna dan efisien, sehingga menghasilkan daya output yang tinggi.

### 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	0,220	0,221	0,226	0,221	0,241
1000	0,198	0,218	0,105	0,198	0,210
1500	0,246	0,259	0,237	0,235	0,246
2000	0,339	0,347	0,323	0,318	0,357
2500	0,475	0,472	0,467	0,460	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

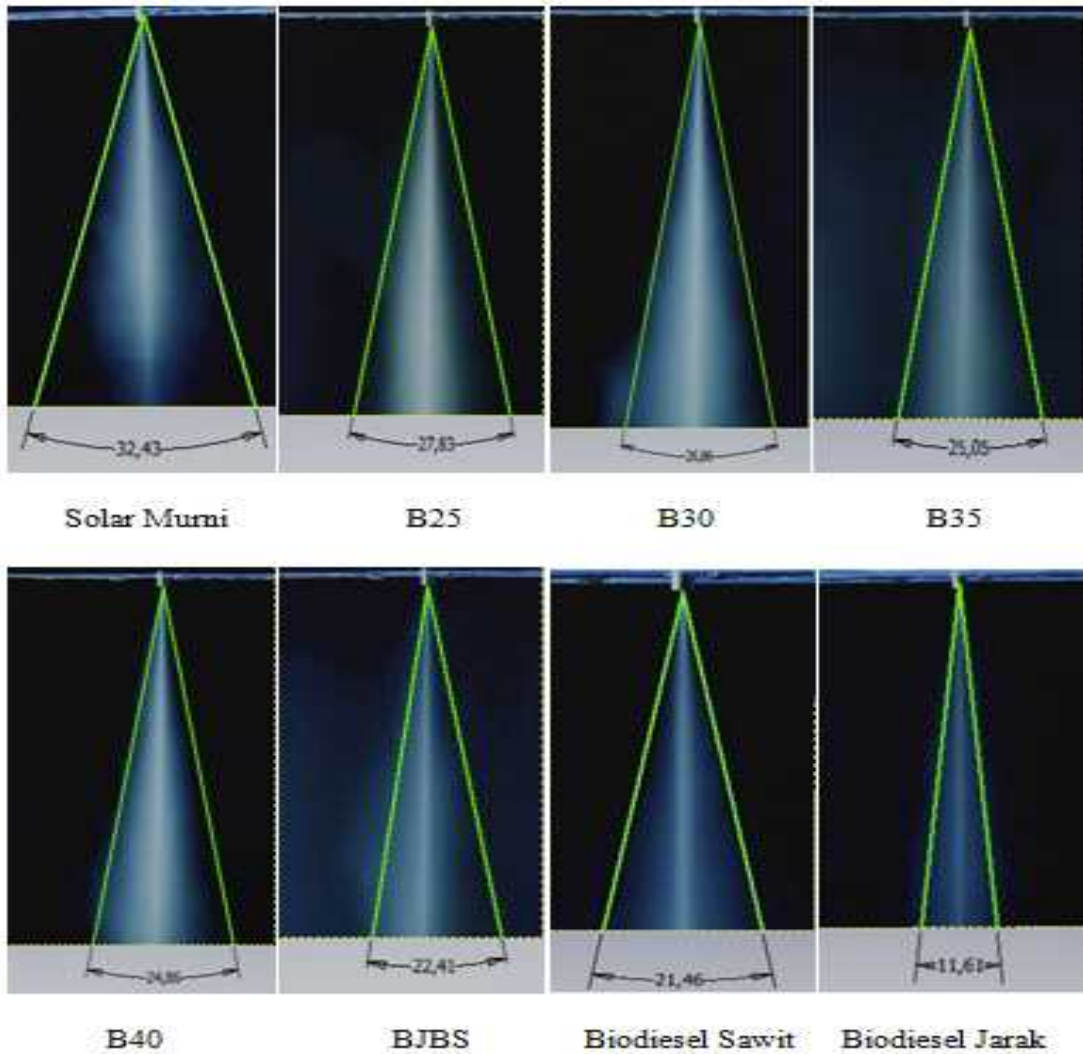
viskositas dan densitas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar sulit untuk dialirkan maupun di injeksikan sehingga suplay bahan bakar ke ruang bakar menjadi sedikit dan mengakibatkan turunnya daya yang dihasilkan oleh mesin. Suplay bahan bakar yang sedikit ke dalam ruang bakar berarti sedikit bahan 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 Nagar dkk, (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 0,460 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	2,902	32,43
2	B25	5,150	27,83
3	B30	5,281	26,86
4	B35	5,589	25,05
5	B40	5,663	24,86
6	Biodiesel Sawit	5,985	21,46
7	Biodiesel Campuran	15,619	22,41
8	Biodiesel Jarak	70,326	11,61

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 70,326 cSt dan memiliki sudut semprotan penetrasi 11,61°, sedangkan bahan bakar solar mempunyai nilai viskositas terendah yaitu sebesar 2,902 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 pada mesin diesel ketika menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel campuran minyak jarak dan sawit dengan komposisi 1:1 menjadi variasi B25, B30, B35, dan B40 secara keseluruhan 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. Bahan bakar solar merupakan bahan bakar yang terboros dari semua jenis variasi bahan bakar, karena memiliki SFC yang tinggi daripada bahan bakar lainnya. Biodiesel dengan variasi B40 merupakan bahan bakar terhemat, karena memiliki nilai SFC yang paling rendah dari semua jenis variasi bahan bakar.
3. Karakteristik injeksi bahan bakar biodiesel dipengaruhi oleh sifat fisik bahan bakar yaitu viskositas. Semakin tinggi nilai viskositas maka semakin kecil sudut semprotan injeksi bahan bakar, begitu juga sebaliknya. Bahan bakar biodiesel jarak menghasilkan sudut semprotan injeksi yang kecil sedangkan solar menghasilkan sudut semprotan injeksi yang besar.

#### 5. Daftar Pustaka

- Anshary, M Isa; Damayanti, Oktavia; Roesyadi, A. (2012). *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor Ganda dalam Reaktor Fixed Bed*. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 1, 1(1)*, 1–4.
- Gamayel, A, 2016. *Karakteristik fisik bahan bakar alternatif campuran minyak jarak (Cjo)- minyak cengkeh*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 19, No. 2*.
- Nagar, D., Sharma, S., Mohapatra, S. K., Kundu, K., 2015. *Comparative Experimental Study Between The Biodiesels Of Jatropha And Palm Oils Based On Their Performance And Emissions In A Four Stroke Diesel Engine*. Department Of Mechanical Engineering, Thapar University, Patiala 147 004, India, Vol.24, Issue 2.
- Said, M, Septiarty W, Tutiwi T. 2010. *“Studi Kinetika Reaksi Pada Metanolisis Minyak Jarak Pagar”*, *Jurnal Teknik Kimia*, No. 1, Vol.17.
- Wahyuni, A. 2010. *“Karakterisasi Mutu Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Berdasarkan Perlakuan Tingkat Suhu Yang Berbeda Menggunakan 57 Reaktor Sirkulasi”*, Bogor: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.