

## PENGARUH PENGGUNAAN BIODIESEL CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK SAWIT DENGAN KOMPOSISI 1:4 TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL

Riky Johan Wicaksono<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>rikyjoehahn@gmail.com, <sup>b</sup> wahyudi\_stmt@yahoo.co.id, <sup>c</sup> nadjibar@yahoo.com

---

### Abstrak

Konsumsi bahan bakar saat ini semakin meningkat, akan tetapi cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil yang bersifat tidak dapat diperbarui semakin menipis, untuk mengurangi ketergantungan dengan minyak bumi perlu adanya pengembangan energi alternatif terbarukan seperti biodiesel. Biodiesel adalah salah satu bahan bakar yang dapat diperbarui yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewan. 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 – minyak sawit berupa daya, konsumsi bahan bakar spesifik, dan proses injeksi.

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 kinerja mesin diesel serta uji 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 akan tetapi semprotan penetrasi yang terpendek. Sedangkan bahan bakar biodiesel minyak jarak mempunyai semprotan penetrasi terpanjang akan tetapi memiliki sudut semprotan yang paling kecil.

**Kata kunci** : Biodiesel, Minyak Jarak, Minyak Sawit, Solar, Unjuk Kerja Mesin Diesel, Karakteristik Injeksi.

---

### ABSTRACT

*Consumption of fuel is currently increasing, but fossil fuel reserves derived from fossils that are non-renewable are running low, to reduce dependence on petroleum, it is necessary to develop alternative renewable energy such as biodiesel. Biodiesel is a renewable fuel made from vegetable oil or animal fat. In this research, the raw materials used are biodiesel from castor oil and palm oil which are then combined with diesel oil. The purpose of study to get the characteristics of castor oil biodiesel fuel - palm oil in the form of power, specific fuel consumption, and injection process.*

*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 which is connected to a generator with a load of 5 lamps with each lamp's 500 watt power. Then the diesel engine performance test, diesel engine performance test and injection characteristics test.*

*The results showed that overall pure diesel fuel has a higher or more wasteful power compared to biodiesel fuel variations in B25, B30, B35, and B40. In testing the injection characteristics show that pure diesel fuel has the biggest spray angle but the shortest penetration spray. While castor oil biodiesel fuel has the longest penetration spray but has the smallest spray angle.*

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

---

## 1. Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) merupakan masalah yang tidak lepas dari masyarakat dunia dan masyarakat Indonesia khususnya. Seiring perkembangan zaman kebutuhan minyak bumi dalam negeri semakin meningkat. Akan tetapi, minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang jumlahnya sangat terbatas dan membutuhkan waktu ribuan tahun yang lama bahkan sampai ribuan tahun untuk memperbahruinya sedangkan kebutuhan bahan bakar minyak saat ini sangat tinggi. Di sisi lain bahan bakar fosil dapat memberikan efek negatif lingkungan berupa gas buang yang dapat mencemari sekitar lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan solusi energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yaitu biodiesel (Majid dkk, 2012).

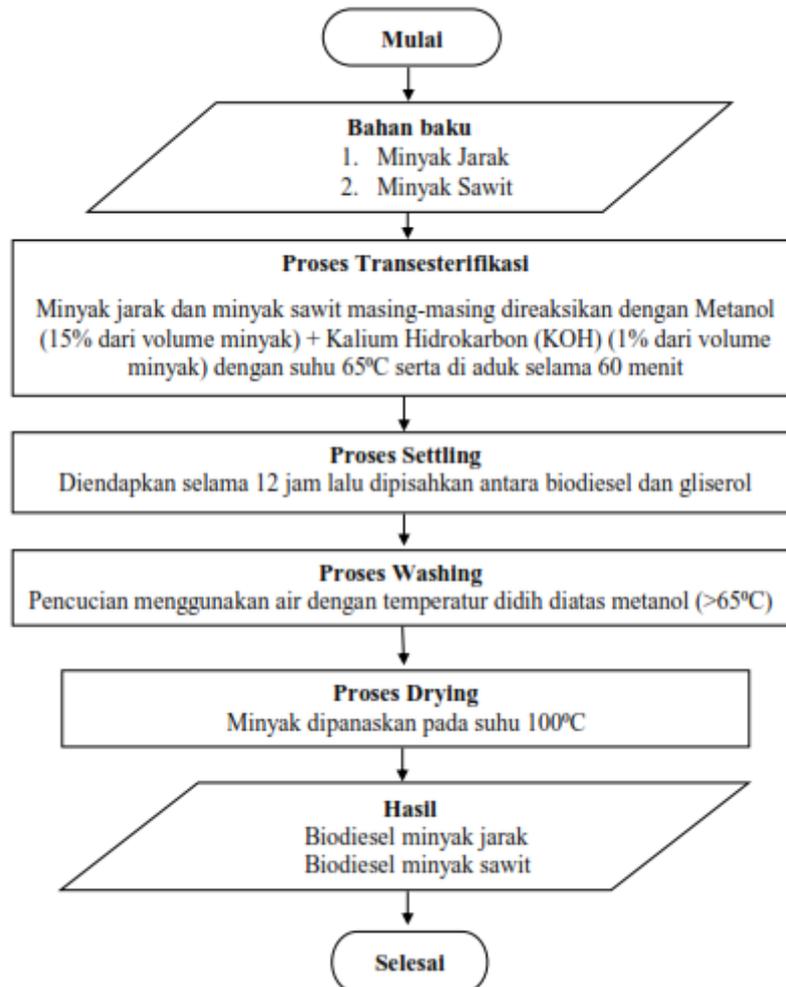
Motor diesel termasuk salah satu jenis motor bakar torak yang biasanya sering digunakan untuk transportasi maupun industri. Bahan bakar motor diesel menggunakan solar namun efek yang ditimbulkan dari pemakaian solar salah satunya pencemaran udara dan merusak lingkungan. Selain sebagai sumber pencemaran lingkungan, asap yang dikeluarkan dari motor diesel mengandung racun yang sangat berbahaya. Untuk meminimalisir masalah tersebut, perlu adanya alternatif pengganti bahan bakar minyak yaitu biodiesel (E. Karyanto, 1993).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan aman terhadap kesehatan. Biodiesel berasal dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbarui. Beberapa contoh bahan baku biodiesel antara lain adalah kelapa sawit, tebu, kedelai, jarak pagar dan lain sebagainya (Rahayu 2007).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Proses Pembuatan Biodiesel

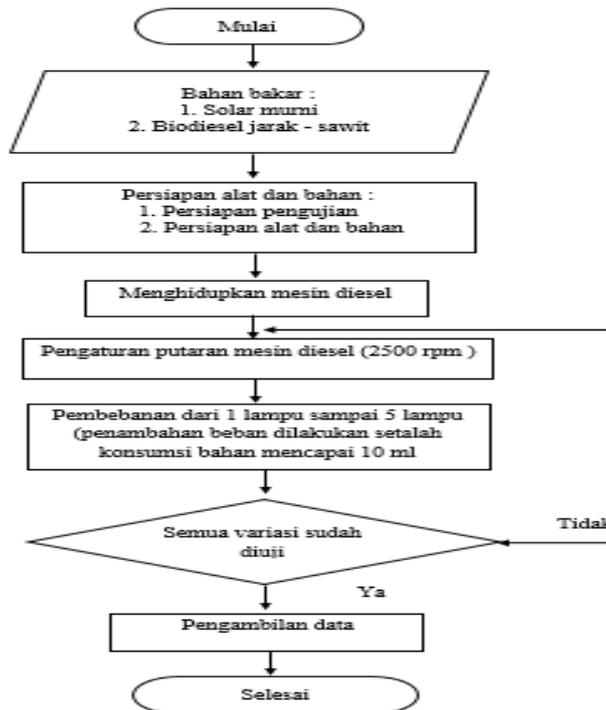
Proses pembuatan biodiesel melalui reaksi transesterifikasi. Dalam proses ini masing-masing minyak nabati direaksikan dengan katalis dan metanol. Secara sederhana proses pembuatan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.



**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 diagram alir untuk mengetahui langkah dalam pengujian kinerja mesin diesel dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Diagram Alir Unjuk kerja Mesin Diesel

### 2.3 Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian karakteristik injeksi digunakan untuk mengetahui karakter semprotan pada nosel mesin diesel. Pengambilan data menggunakan kamera, data yang didapat berupa foto. Berikut Diagram alir pengujian karakteristik injeksi dapat dilihat pada Gambar 3.



**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 Panjang dan Besar Sudut Injeksi Bahan Bakar

Panjang dan 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 panjang dan besar sudut penginjeksiannya.

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

## 3. Hasil dan Pembahasan

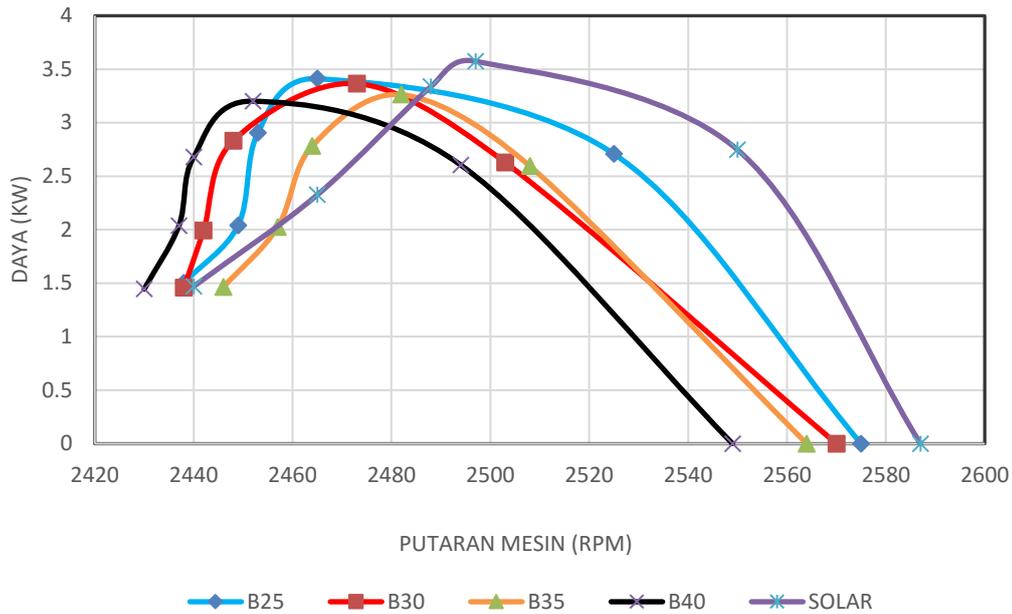
### 3.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

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	Putaran Mesin (RPM)				
	B25	B30	B35	B40	Solar 100%
0	2575	2570	2564	2549	2587
500	2525	2503	2508	2494	2550
1000	2465	2473	2482	2452	2497
1500	2453	2448	2464	2440	2488
2000	2449	2442	2457	2437	2465
2500	2438	2438	2446	2430	2440
Beban	Daya (kw)				
	B25	B30	B35	B40	SOLAR
0	0	0	0	0	0
500	2,708	2,629	2,594	2,605	2,747
1000	3,411	3,365	3,262	3,201	3,574
1500	2,906	2,832	2,783	2,679	3,338
2000	2,041	1,992	2,025	2,036	2,325
2500	1,503	1,457	1,463	1,445	1,47



**Gambar 4** 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 4,164 kW pada pembebanan 1500 watt dengan perputaran mesin 2488 rpm. Akan tetapi pada pembebanan maksimum lampu nyala atau pada beban 2500 watt, bahan bakar biodiesel variasi B25 mampu menghasilkan daya tertinggi sebesar 1,503 kW pada putaran mesin 2438 rpm. Sedangkan daya yang terendah dihasilkan bahan bakar biodiesel variasi B40 sebesar 1,445 kW dengan putaran mesin 2430 rpm.

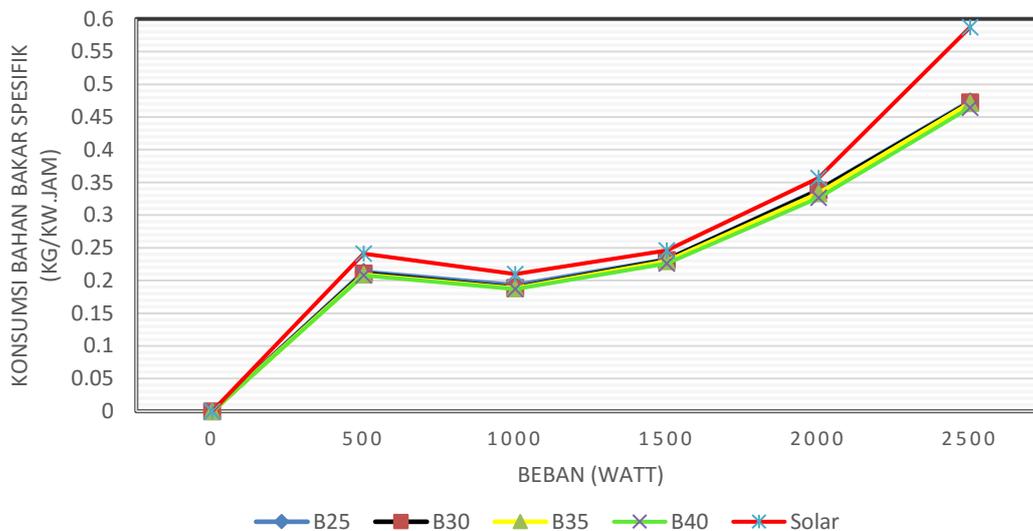
Perbedaan yang dihasilkan bahan bakar oleh masing-masing variasi bahan bakar dipengaruhi oleh nilai sifat fisiknya terutama nilai kalor yang terdapat pada masing-masing bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi berarti memiliki kandungan energi yang tinggi. Tingginya kandungan 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 akan menghasilkan daya *output* yang tinggi. Akan tetapi pada bahan bakar variasi B25 terjadi penurunan atau kenaikan daya dibanding dengan solar tetapi tidak begitu signifikan. Hal ini dikarenakan bahan bakar B25 memiliki campuran komposisi 25% biodiesel berbanding 75% solar, sehingga nilai sifat fisik dari biodiesel B25 pada campuran tersebut tidak terlalu mempengaruhi nilai sifat fisik solar. Selain itu penurunan daya ini juga disebabkan oleh setting waktu injeksi bahan bakar yang kurang optimum.

### 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 buret 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	B25	B30	B35	B40	Solar
0	0	0	0	0	0
500	0,213	0,211	0,209	0,208	0,241
1000	0,193	0,189	0,188	0,187	0,210
1500	0,233	0,231	0,230	0,246	0,246
2000	0,339	0,338	0,333	0,326	0,357
2500	0,474	0,472	0,471	0,464	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 pada bahan bakar spesifik (SFC) saat menggunakan bahan bakar solar memiliki angka yang paling tinggi dibanding dengan bahan bakar biodiesel variasi yang lain pada pembebanan. Semakin tinggi angka SFC pada bahan bakar semakin banyak pula bahan bakar yang dikonsumsi dan juga sebaliknya.

Nilai sifat fisik pada bahan bakar sangat berpengaruh terhadap angka SFC yang dihasilkan pada bahan bakar. Angka sifat fisik berpengaruh terhadap SFC antara lain nilai suatu densitas, viskositas, dan nilai kalor. Bahan bakar dengan nilai viskositas dan densitas yang tinggi dapat menyebabkan bahan bakar yang sulit untuk dialirkan maupun untuk di injeksi sehingga suplai pada bahan bakar ke ruang bakar akan menjadi sedikit, serta semakin rendahnya nilai kalor pada suatu bahan bakar tersebut maka energi yang terkandung di dalam bahan bakar juga semakin kecil, sehingga pada saat pembakaran pada ruang bakar maka energi yang dihasilkan dari bahan bakar tersebut semakin kecil dan dapat mengakibatkan turunnya daya yang dihasilkan oleh mesin tersebut. Pada suplai bahan bakar yang sedikit ke dalam ruang bakar berarti sedikit pula konsumsi bahan bakar oleh mesin pada saat pembakaran di ruang bakar sehingga SFC menjadi kecil. Jadi semakin kecil SFC pada bahan bakar maka daya yang dihasilkan juga akan semakin menurun.

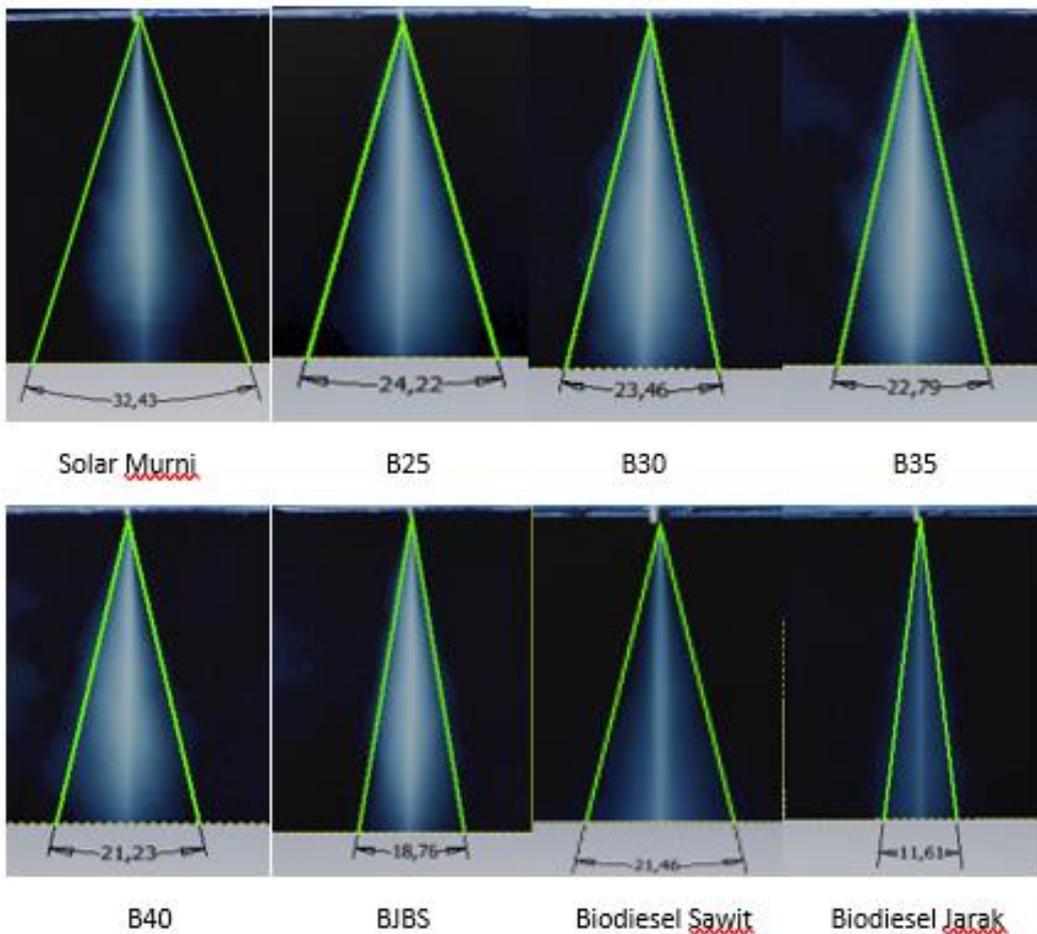
Hasil dari penelitian ini sesuai dengan pengujian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Nagar dkk. (2015), menjelaskan bahwa nilai konsumsi pada bahan bakar spesifik akan menurun seiring bertambahnya jumlah pada perbandingan biodiesel yang dicampurkan dengan minyak solar. Diketahui dari penelitian tersebut bahwa nilai pada bahan spesifik,

bahan bakar campuran biodiesel jarak – sawit 20% lebih rendah 9,30% dari bahan bakar minyak solar dengan 75% dari beban total. Sedangkan pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa bahan bakar biodiesel jarak – sawit dengan solar variasi B25, B30, B35, dan B40 memiliki spesifik (SFC) yang rendah disbanding dengan minyak solar.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa bahan bakar minyak solar merupakan yang boros dari semua jenis variasi bahan bakar biodiesel dengan angka SFC sebesar 0,587 kg/k w.jam pada pembebanan 2500 watt dan variasi bahan bakar B25 merupakan yang paling hemat pemakaiannya yaitu dengan angka 0,456 kg/kW.jam pada pembebanan 2500 watt atau pembebanan maksimal. Hal tersebut dikarenakan pada variasi B40 campuran solarnya lebih sedikit dibandingkan variasi B25 yang campuran solarnya lebih banyak yaitu 75%, sehingga konsumsi bahan bakar pada variasi B40 yang pemakaiannya lebih hemat. Selain itu pembebanan yang tinggi juga mempengaruhi angka SFC, dimana semakin tinggi beban maka semakin tinggi pula angka SFC.

### 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 (cSt)	Semprotan Sudut (°)
1	Solar	2,902	32,43
2	B25	3,863	24,22
3	B30	4,224	23,46
4	B35	4,955	22,79
5	B40	5,765	21,23
6	Biodiesel Sawit	5,985	21,46
7	Biodiesel Campuran	8,161	18,76
8	Biodiesel Jarak	70,326	11,61

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa dengan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa bahan bakar dengan sudut semprotan terkecil memiliki nilai viskositas yang paling tinggi, sedangkan sudut semprotan yang lebih lebar memiliki nilai viskositas yang lebih rendah. Hal ini dapat disebabkan dengan semakin tinggi nilai viskositas maka bahan bakar akan semakin sulit untuk dikabutkan karena pada saat penyemprotan bahan bakar tidak akan membentuk pengkabutan akan tetapi berbentuk tetesan dan menyebabkan sudut penyemprotan semakin kecil. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sudarmanta, dkk (2005), menjelaskan bahwa jika angka viskositas, densitas, dan tegangan permukaan yang lebih besar maka akan menghasilkan ukuran diameter droplet yang lebih besar dan sudut penyebaran semprotan yang semakin sempit.

#### 4 Kesimpulan

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

1. Pengaruh penggunaan bahan bakar campuran pada biodiesel jarak dan biodiesel sawit dengan solar variasi B25, B30, B35, dan B40 secara keseluruhan lebih rendah dibanding dengan minyak solar murni. Akan tetapi bahan bakar variasi B25 mampu menghasilkan daya tertinggi pada pembebanan maksimum pada pembebanan 2500 watt sebesar 1,503 kW dengan putaran mesin 2438 rpm. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan bahan bakar variasi B40 sebesar 1,445 kW dengan putaran mesin 2430 rpm.
2. Secara keseluruhan, bahan bakar campuran solar dengan biodiesel jarak – sawit variasi B25, B30, B35 dan B40 memiliki angka konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang lebih rendah dibanding dengan solar murni atau lebih hemat dalam penggunaan bahan bakarnya dibandingkan solar murni. Biodiesel yang memiliki angka SFC tertinggi atau yang paling mendekati solar yaitu biodiesel variasi B25 dengan angka SFC sebesar 0,478 kg/kW.jam dari solar pada pembebanan maksimal, sedangkan biodiesel yang memiliki angka SFC terendah atau yang paling hemat dalam pemakaian bahan bakarnya yaitu biodiesel variasi B40 dengan angka SFC 0,456 kg/kW.jam dari pada solar pada pembebanan maksimal.
3. Karakteristik injeksi bahan bakar biodiesel dipengaruhi oleh sifat fisik bahan bakar yaitu densitas dan viskositas. Semakin rendah nilai viskositas maka semakin lebar sudut semprotan injeksi bahan bakar, sedangkan semakin tinggi nilai viskositas, densitas maka penetrasi semprotan semakin panjang. Bahan bakar biodiesel jarak menghasilkan sudut injeksi semprotan yang kecil dan panjang sedangkan variasi B25 menghasilkan sudut injeksi semprotan yang besar dan panjangnya hampir sama dengan solar murni.

## 5 Daftar Pustaka

- Andi Widiyanto, 2014." Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar-Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja Dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah". JTM, Volume 02 Nomor 03.
- Bambang Sudarmanta, Djoko Sungkono., 2005." Transesterifikasi Crude Palm Oil dan Uji Karakteristik Semprotan Menggunakan Injektor Motor Diesel ". Jurnal Teknik Mesin, Volume 5, Nomor 2.
- E. Karyanto, "Teknik Motor Diesel", CV Pedoman Ilmu Jaya, Jakarta, 1993.
- Nagar *et al.* 2015. *A Comparative Experimental Study Between The Biodiesels of Jatropha and Palm Oils on Their Performance and Emissions In a Four Stroke Diesel Engine.* India: Thapar University.
- Majid, A, A., Prasetyo, D., Dan Danarto, Y, C. 2012. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Rahayu, Martini. 2007. "Teknologi Proses Produksi Biodiesel." *Jakarta: Badan Penelitian Dan Pengembangan Teknologi.*