

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Sifat Fisik Bahan Bakar

Pada penelitian ini dilakukan dengan pembuatan campuran biodiesel dari bahan baku minyak jarak dan minyak sawit, bahan baku tersebut kemudian dibuat biodiesel melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Biodiesel hasil esterifikasi dan transesterifikasi bahan baku minyak jarak dan minyak sawit ini kemudian dicampur dengan perbandingan 2:3. Proses pencampuran membutuhkan waktu 60 menit/ variasi dengan suhu 70°C kemudian diuji sifat fisiknya yaitu densitas (kg/m^3), viskositas (cSt), flashpoint ($^{\circ}\text{C}$), nilai kalor (cal/g). Hasil dari pengujian sifat fisik dapat dilihat pada Table 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan sifat fisik biodiesel jarak – sawit dan solar

Nama Sampel	Sifat Fisik			
	Viskositas Kinematik (cSt)	Densitas (kg/m^3)	Flashpoint ($^{\circ}\text{C}$)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS 2:3	13,4	875,0373	164	9147,1697
Solar	2,9	826,7561	60,7	10592,156

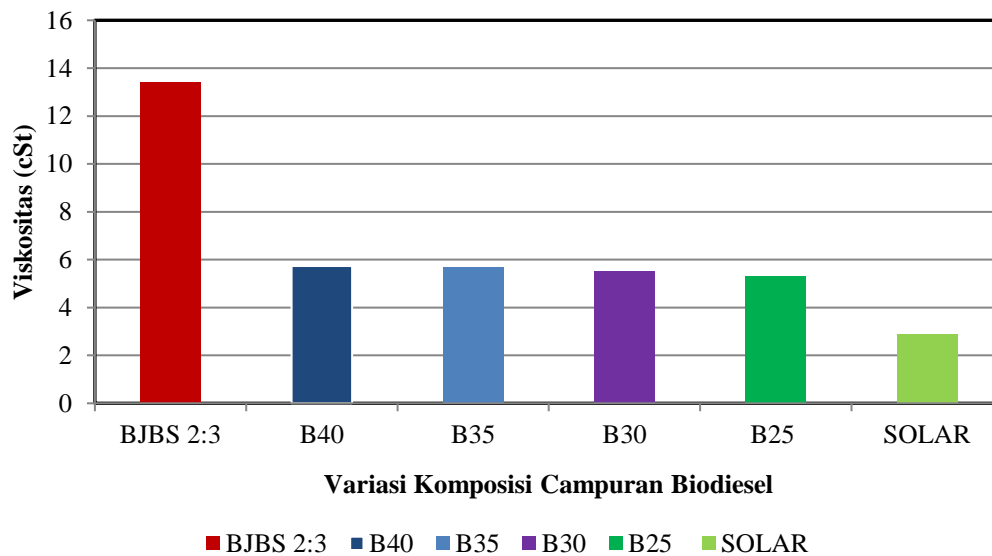
Dari tabel 4.1 terlihat bahwa biodiesel jarak – sawit memiliki nilai viskositas

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka biodiesel jarak – sawit dengan perbandingan 2 : 3 dicampur minyak solar menjadi variasi baru yaitu B25, B30, B35, dan B40, dengan harapan nilai sifat fisiknya akan mendekati minyak solar untuk diujikan pada mesin diesel.

Pengujian pada nilai viskositas biodiesel jarak – sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Viskositas Biodiesel Jarak – Sawit dengan Solar

No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Spesifikasi SNI
1	Biodiesel Jarak	70,3	
2	Biodiesel Sawit	5,9	
3	BJBS 2:3	13,4	Min 2,3 Maks 6
4	B25	5,3	
5	B30	5,5	
6	B35	5,6	
7	B40	5,7	
8	Solar	2,9	



Gambar 4.1 Pengujian Viskositas Biodiesel dan Solar

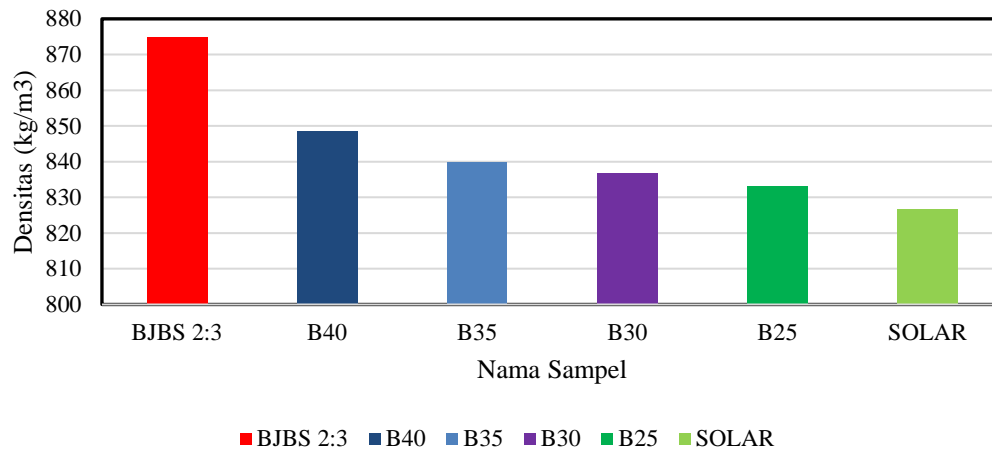
Dilihat dari gambar 4.1 bahwa biodiesel campuran jarak – sawit memiliki viskositas yang tinggi dibandingkan dengan bahan bakar minyak solar. Semakin tinggi nilai viskositas dari minyak maka memiliki tingkat kekentalan yang tinggi. Dari data diatas minyak campuran jarak – sawit dan minyak jarak tidak memenuhi standar viskositas bahan bakar pertamina, karena memiliki nilai viskositas yang

tinggi di atas standar viskositas Pertamina. Viskositas yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem bahan bakar, semakin minyak tersebut kental maka akan memiliki hambatan aliran yang besar pula. Bahan bakar yang diinjeksi di ruang bakar tidak teratomisasi dengan baik, dan memiliki butiran yang besar dan kasar. Bahan bakar yang tidak teratomisasi dengan baik dapat mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna dan menyebabkan daya yang dihasilkan tidak maksimal. Sedangkan bahan bakar variasi B25, B30, B35 dan B40 sama dengan minyak solar yang memiliki nilai standar viskositas Pertamina yaitu 2,3 sampai dengan 6.

Hasil pengujian densitas biodiesel jarak – sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Densitas Biodiesel Jarak – Sawit dengan Solar

No	Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)	Spesifikasi Solar / Biodiesel Pertamina
1	Biodiesel Jarak	926,1526	
2	Biodiesel Sawit	846,5526	
3	BJBS 2:3	875,0373	Min 810 Maks 860
4	B25	833,0963	
5	B30	836,8262	
6	B35	839,9861	
7	B40	848,5966	
8	Solar	826,7561	



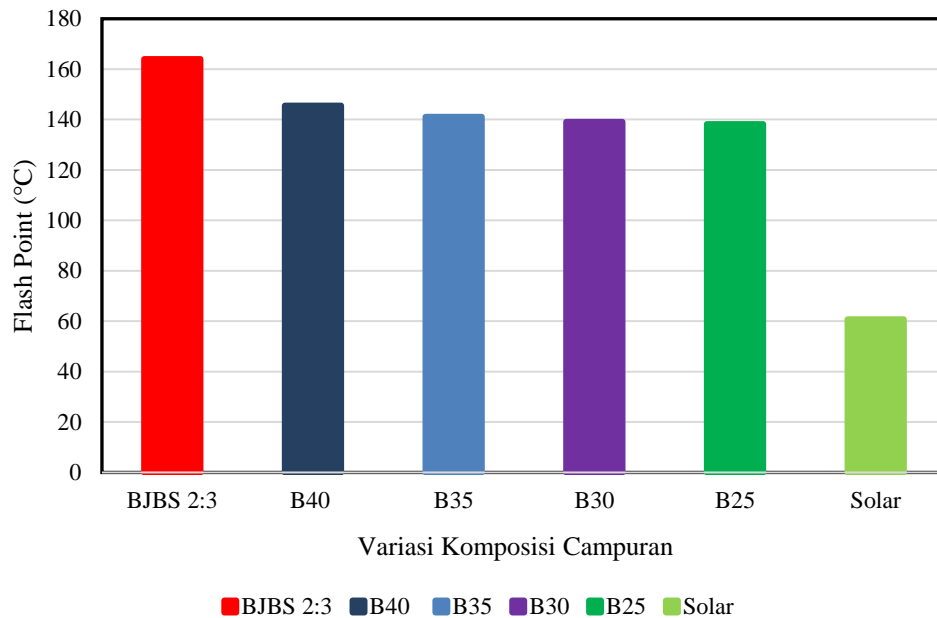
Gambar 4.2 Pengujian Densitas Biodiesel dan Solar

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa biodiesel jarak dan campuran jarak – sawit memiliki nilai densitas yang tinggi dibandingkan minyak solar. Dari bahan bakar biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40 semuanya memiliki nilai densitas yang memenuhi standar Pertamina. Nilai densitas yang tinggi dapat mengakibatkan pompa injeksi bekerja lebih berat dan juga dapat berpengaruh pada penyemprotan didalam ruang bakar.

Untuk pengujian pada flashpoint biodiesel minyak jarak – sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian FlashPoint Biodiesel Jarak – Sawit dengan Solar

No	Nama Sampel	FlashPoint (°C)	Spesifikasi SNI
1	Biodiesel Jarak	211,3	
2	Biodiesel Sawit	185	
3	BJBS 2:3	164	Min 52
4	B25	138,2	
5	B30	139,1	
6	B35	141,1	
7	B40	145,5	
8	Solar	60,7	



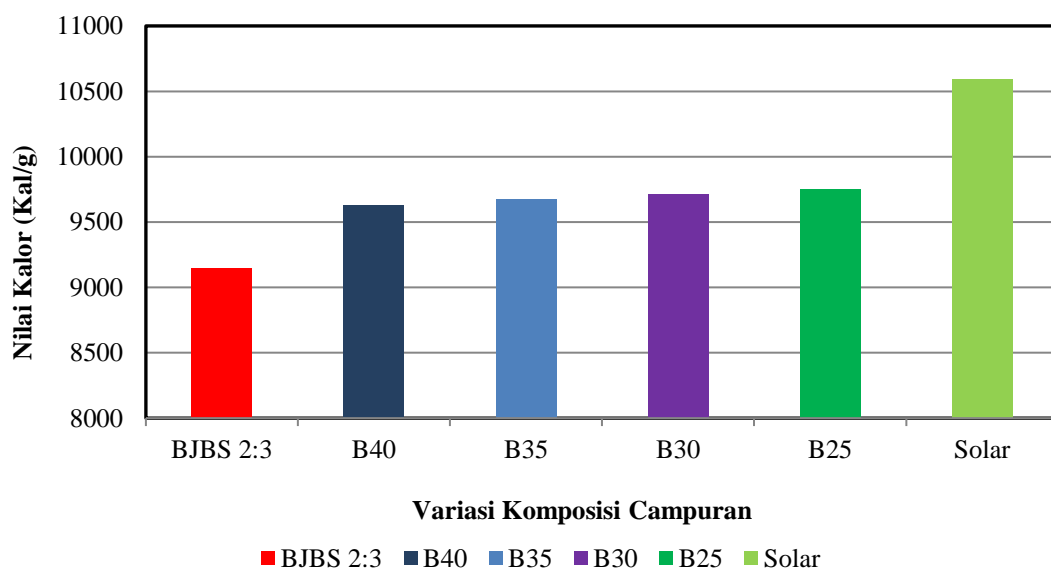
Gambar 4.3 Pengujian *Flash point* Biodiesel dan Solar

Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa biodiesel jarak, sawit, campuran, B25, B30, B35, dan B40 memiliki nilai flash point yang lebih tinggi dari pada dengan solar. Dari data di atas semua sampel tidak memenuhi standar Pertamina, karena memiliki nilai flash point yang dihasilkan lebih tinggi pada seluruh sampel. Hal ini menjadikan efek yang positif atau kelebihan dari biodiesel dimana pada bahan tersebut tidak menguap sehingga tidak mudah terjadi kandungan air di dalam tangki, seperti yang dikemukakan oleh Widyastuti (2007), bahwa semakin tingginya titik nyala dari suatu bahan bakar akan semakin aman penanganan dan penyimpanannya.

Hasil pengujian nilai kalor biodiesel jarak – sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengujian Nilai Kalor Biodiesel Minyak Jarak – Sawit dengan Solar

No	Nama Sampel	Nilai Kalor (cal/g)
1	Biodiesel Jarak	8807,3440
2	Biodiesel Sawit	9497,8129
3	BJBS 2:3	9147,1697
4	B25	9747,7811
5	B30	9708,5154
6	B35	9670,1777
7	B40	9625,9956
8	Solar	10592,1565



Gambar 4.4 Pengujian Nilai Kalor Biodiesel dan Solar

Dari gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa nilai kalor yang dihasilkan dalam penelitian ini cenderung meningkat seiring dengan peningkatan komposisi minyak solar pada setiap variasinya. Pada penelitian ini bahan minyak solar murni memiliki nilai kalor yang paling tinggi yaitu sebesar 10592,1565 cal/g sedangkan bahan bakar campuran biodiesel minyak jarak – sawit memiliki nilai kalor yang rendah yaitu 9147,1697 cal/g. semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar semakin

besar energi yang terkandung pada bahan bakar tersebut dan menghasilkan daya yang lebih besar dari pada bahan bakar yang nilai kalornya kecil.

4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi Bahan Bakar

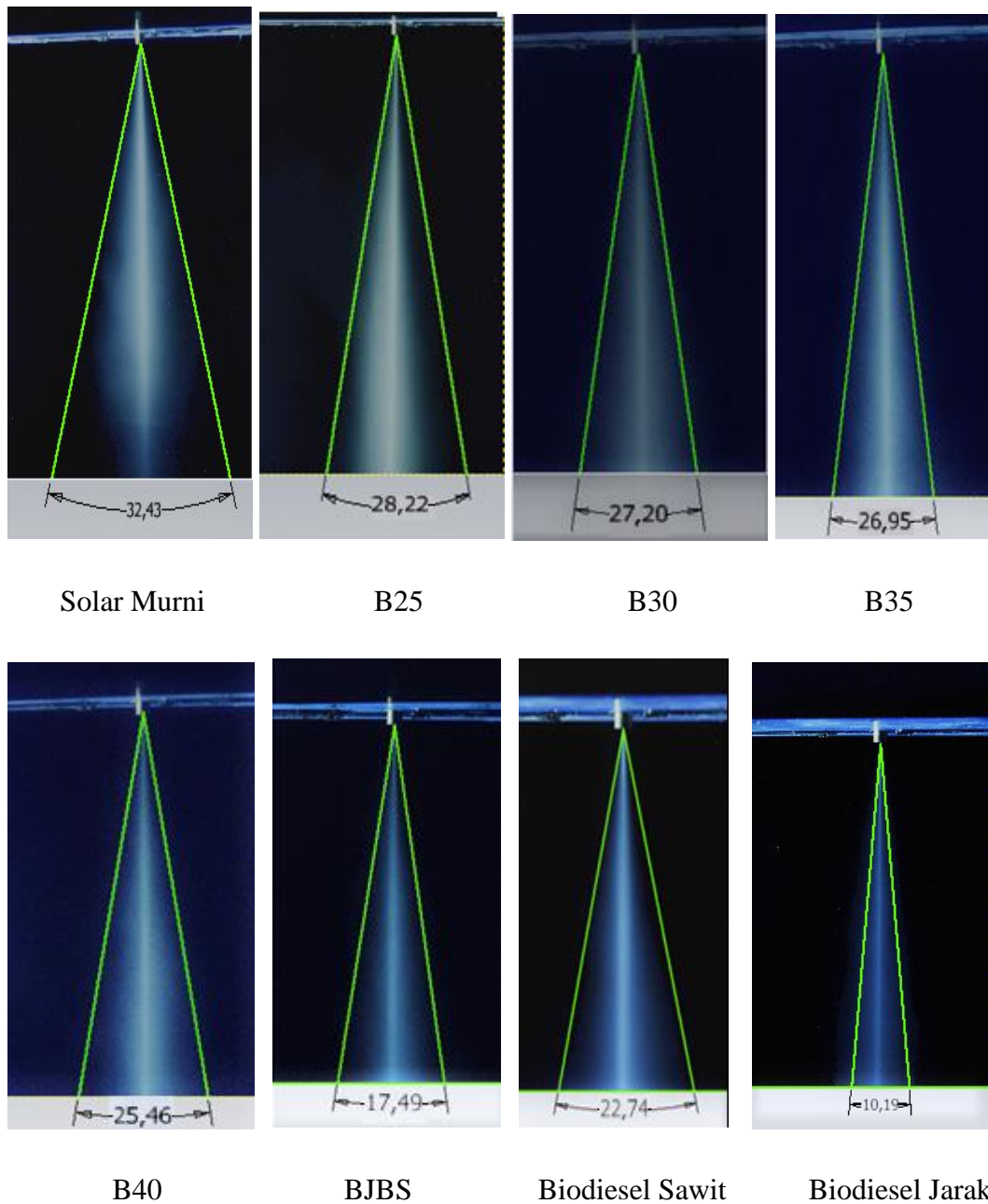
Bahan bakar yang digunakan untuk pengujian karakteristik injeksi ini yaitu minyak solar murni dan campuran biodiesel jarak – sawit dengan solar yang divariasikan menjadi variasi bahan bakar B25, B30, B35, B40. Pada alat uji injeksi bahan bakar menggunakan nosel mesin diesel yang sama. Metode pengambilan data dilakukan menggunakan bantuan kamera untuk memfoto dan merekam video dari uji karakteristik injeksi.

Sifat fisik bahan bakar berupa densitas dan viskositas berpengaruh terhadap karakteristik injeksi dari suatu bahan bakar tersebut. Bahan bakar dengan viskositas rendah akan menghasilkan sudut semprotan yang lebih besar sedangkan bahan bakar dengan nilai viskositas yang tinggi akan menghasilkan semprotan dengan sudut yang kecil (Borman, 1998).

4.2.1 Hasil Uji Sudut Semprotan Injeksi Bahan Bakar Solar Murni, B25, B30, B35, B40, Biodiesel Campuran, Biodiesel Sawit, Biodiesel Jarak.

Pada pengujian tahap ini menggunakan bahan bakar solar, biodiesel jarak, biodiesel sawit, biodiesel campuran jarak- sawit dan biodiesel variasi B25, B30, B35, B40. Alat uji semprotan bahan bakar dengan nosel mesin diesel. Pengambilan data menggunakan kamera dengan menangkap objek sehingga menjadi format gambar yang kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi Inventor.

Berikut hasil pengolahan data sudut semprotan injektor dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan pada Tabel 4.6.



Gambar 4.5 Sudut semprotan bahan bakar biodiesel jarak, biodiesel sawit, biodiesel campuran BJBS B25, B30, B35, B40 dan Solar murni

Gambar 4.5 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 (2006) 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.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan karakteristik sudut semprotan bahan bakar biodiesel jarak, biodiesel sawit, biodiesel campuran BJBS, B25, B30, B40, dan solar murni

Nama Sampel	Sudut semprotan penetrasi (°)
Biodiesel Jarak	10,19
Biodiesel Sawit	22,74
Biodiesel Campuran BJBS	17,49
B25	28,22
B30	27,20
B35	26,95
B40	25,46
Solar Murni	32,43

4.3 Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Hasil pembahasan dari penelitian kinerja mesin diesel dimulai dari proses pengambilan data dan pengumpulan data. Data yang diambil meliputi data spesifikasi obyek penelitian dan hasil pengujian. Hasil pengujian kemudian diolah dengan analisis serta perhitungan. Berikut ini merupakan proses pengumpulan data, perhitungan dan pembahasan. Pada pengujian ini kinerja mesin diesel dilakukan untuk mengetahui perbandingan performa yang dihasilkan mesin menggunakan berbagai macam sampel bahan bakar solar murni dan bahan bakar campuran biodiesel jarak – sawit dengan solar dengan variasi B25, B30, B35, dan B40.

4.3.1 Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin Diesel

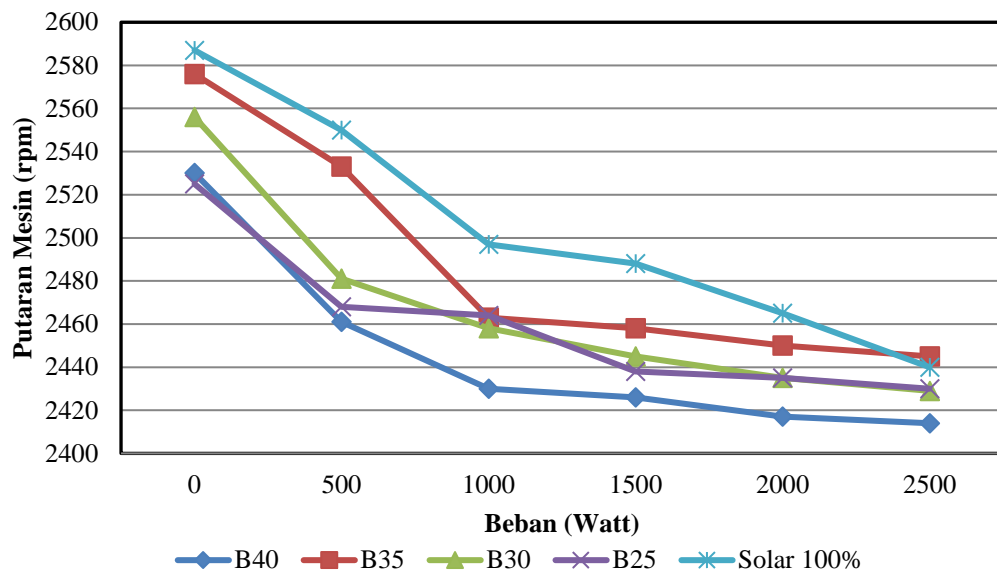
Pada pengujian ini menggunakan mesin diesel Jiangdong silinder. Bahan bakar yang digunakan yaitu solar murni dan campuran biodiesel jarak -sawit dengan solar variasi B25, B30, B35, dan B40.

Untuk mengetahui pada kinerja mesin diesel dilakukan pembebanan dengan menggunakan 5 buah lampu yang masing – masing lampu sebesar 500 Watt, kemudian lampu tersebut dinyalakan satu per satu hingga kelima lampu menyala semua.

Berikut merupakan tabel data pada pengujian kinerja mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan campuran biodiesel jarak- sawit dengan solar variasi B25, B30, B35, dan B40. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perbandingan pembebanan lampu terhadap putaran mesin dengan bahan bakar solar dan biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)				
		B25	B30	B35	B40	Solar Murni
100 %	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



Gambar 4.6 Perbandingan putaran mesin dengan bahan bakar solar murni dan biodiesel variasi B25, B30, B35, B40 terhadap beban lampu

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa tinggi rendahnya suatu putaran pada mesin dipengaruhi oleh nilai sifat fisik dari variasi bahan bakar tersebut, terutama pada nilai kalor dan viskositas yang terkandung di dalam bahan bakar. Pada penelitian ini data menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada putaran mesin yang mendekati konstan pada variasi jenis bahan bakar sesuai dengan beban yang diberikan, apabila pada mesin diberi pembebanan yang besar akan terjadi penurunan pada putaran mesin yang besar. Pada saat pembebanan 0 sampai dengan 1500 Watt, putaran mesin diesel dengan bahan bakar solar memiliki putaran mesin paling tinggi yaitu 2587 rpm dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40. Akan tetapi pada pembebanan 2500 Watt, putaran mesin diesel dengan bahan bakar biodiesel variasi B35 menjadi yang tertinggi dengan putaran mesin sebesar 2445 rpm, sedangkan jenis variasi bahan bakar dengan putaran mesin terendah yaitu pada variasi bahan bakar B40 pada pembebanan maksimum yaitu 2414 rpm. Sifat fisik dari masing-masing bahan bakar tersebut mempengaruhi tinggi rendahnya suatu putaran mesin terutama nilai viskositas dan nilai kalor yang terkandung di dalamnya.

4.3.2 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel

Pada pengujian ini dilakukan menggunakan mesin diesel Jiangdong. Bahan bakar yang digunakan pada pengujian ini menggunakan minyak solar murni dan campuran biodiesel jarak – sawit dengan solar yang divariasikan menjadi biodiesel variasi B25, B30, B35 dan B40.

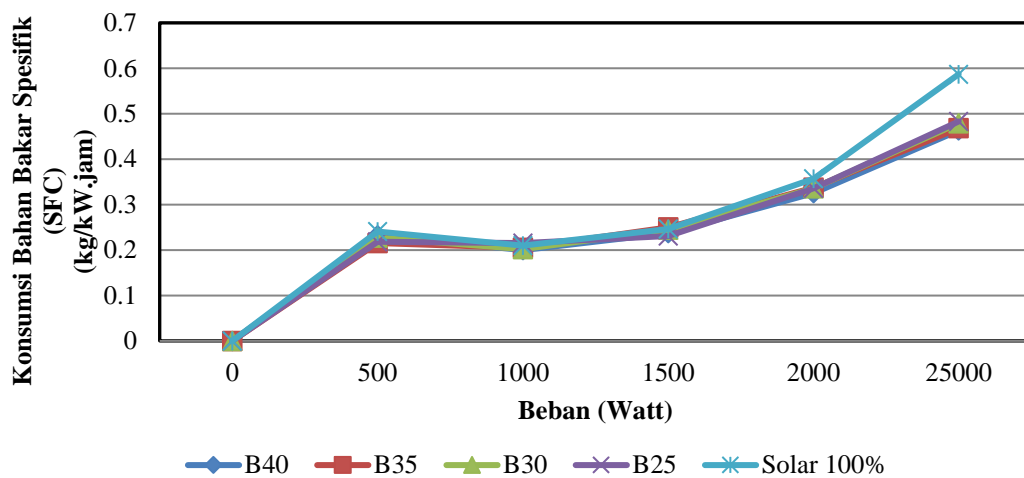
Pengambilan data konsumsi bahan bakar pada pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung waktu konsumsi per 10 ml bahan bakar menggunakan tangka bahan bakar mini dan buret.

4.3.2.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pada pengujian ini menggunakan bahan bakar solar murni dan campuran biodiesel jarak – sawit dengan solar murni yang divariasikan menjadi biodiesel B25, B30, B35, dan B40. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui masing - masing konsumsi bahan bakar pada mesin diesel. Perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan tangka bahan bakar mini dan buret agar mempermudah proses perhitungan konsumsi bahan bakar tersebut.

Tabel 4.8 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40.

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kg/kW.jam)				
		B25	B30	B35	B40	Solar
100 %	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 4.7 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 4.7 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 dibanding 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/kW.jam pada pembebanan 2500 Watt dan variasi bahan bakar B40 merupakan yang paling hemat pemakaiannya yaitu dengan angka 0,463 kg/kW.jam pada pembebanan maksimal 2500 Watt. 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. Namun disaat pembebanan 500 Watt - 1000 Watt mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya beban. Hal ini dikarenakan bahan bakar mengalami pembakaran sempurna yang mengakibatkan bahan bakar menjadi hemat.

4.3.3 Hasil Pengujian Daya Listrik Pada Mesin Diesel

Pada pengujian ini daya listrik dihasilkan dari putaran mesin diesel diteruskan ke alternator/dynamo melalui v-belt, sehingga alternator bisa menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian digunakan untuk

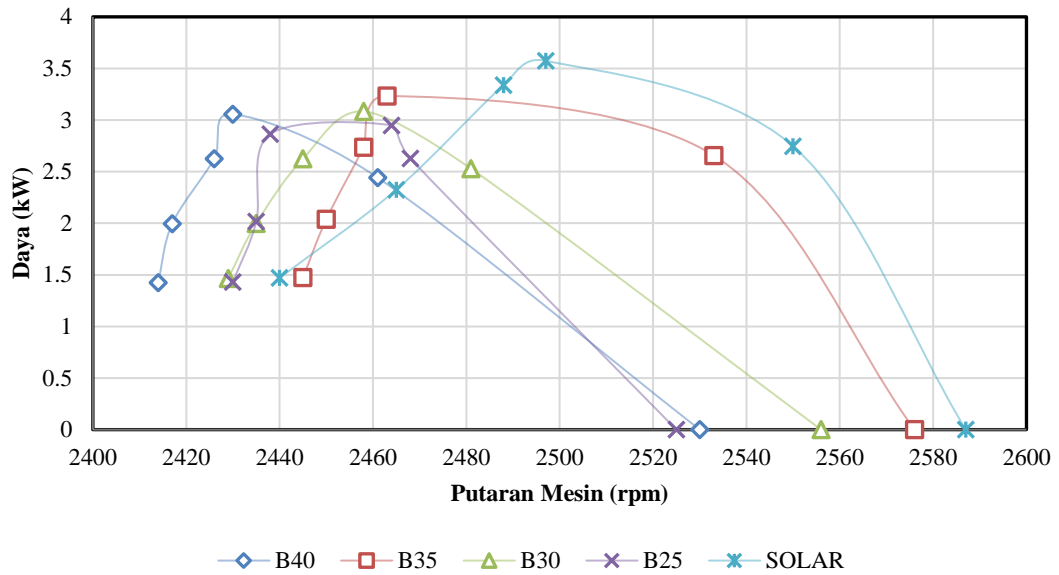
menyalakan lampu. Pengambilan data pada pengujian ini berupa arus dan tegangan pada alternator.

4.3.3.2 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Daya Listrik

Pada pengujian ini menggunakan bahan bakar minyak solar murni dan campuran biodiesel jarak – sawit dengan solar yang divariasikan menjadi variasi biodiesel B25, B30, B35, dan B40. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan besar daya yang dihasilkan pada masing – masing bahan bakar yang diuji pada mesin diesel. Pengambilan data daya listrik untuk mengukur arus dan voltmeter untuk mengukur tegangan atau voltase pada alternator menggunakan alat ukur ampere meter.

Tabel 4.9 Perbandingan putaran mesin dengan daya listrik mesin diesel menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel variasi B25, B30, B35, dan B40.

Bukaan Throttle	Beban (Watt)	Putaran Mesin (rpm)					
		B25	B30	B35	B40	SOLAR	
100 %	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 4.8 Putaran Mesin terhadap Daya Listrik

Dapat dilihat dari gambar 4.8 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 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.

