

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data 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. Satu persatu bahan baku dibuat dan setelah menjadi biodiesel kemudian dicampur dengan variasi B25, B30, B35 dan B40. Proses pencampuran membutuhkan waktu 60 menit/ variasi dengan suhu 70°C kemudian diuji sifat fisiknya yaitu densitas (g/ml), viskositas (cSt), flashpoint (°C), nilai kalor (cal/g). Data hasil sifat biodiesel jarak-sawit dan solar dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel Jarak – Sawit dan Solar

Sifat Fisik				
Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
BJBS	10,0063	0,859	180,666	9201,392
Solar	2,902	0,826	60,766	10592,156

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa biodiesel jarak – sawit memiliki nilai viskositas dan flash point yang cukup tinggi dibandingkan minyak solar. Karena tingginya nilai viskositas dan flashpoint tersebut, maka biodiesel jarak – sawit belum bisa diuji langsung pada mesin diesel. Jika dipaksakan diuji secara langsung pada mesin diesel, dapat mengakibatkan mesin diesel dan komponen – komponennya berkerja lebih berat atau bahkan menyebabkan kerusakan pada mesin diesel tersebut.

Berdasarkan hasil tersebut maka biodiesel jarak – sawit dicampur dengan minyak solar menjadi variasi B25, B30, B35 dan B 40 dengan harapan nilai sifat fisik biodiesel menurun dan mendekati sifat fisik minyak solar sehingga biodiesel

tersebut dapat diuji langsung pada mesin diesel. Hasil uji sifat fisik biodiesel jarak-sawit dengan solar variasi B25, B30, B35, dan B40 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel Variasi B25, B30, B35 dan B40

Sifat Fisik				
Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)	Nilai Kalor (cal/g)
B.Jarak	70,326	0,926	211,333	8807,344
B.Sawit	5,985	0,846	185	9497,812
BJBS 37	10,006	0,859	180,666	9201,3928
B40	5,798	0,843	139,66	9652,8674
B35	5,77	0,843	132,66	9684,1601
B30	5,457	0,842	132	9721,7908
B25	5,291	0,842	131,33	9765,2953
Solar	2,902	0,826	60,766	10592,156

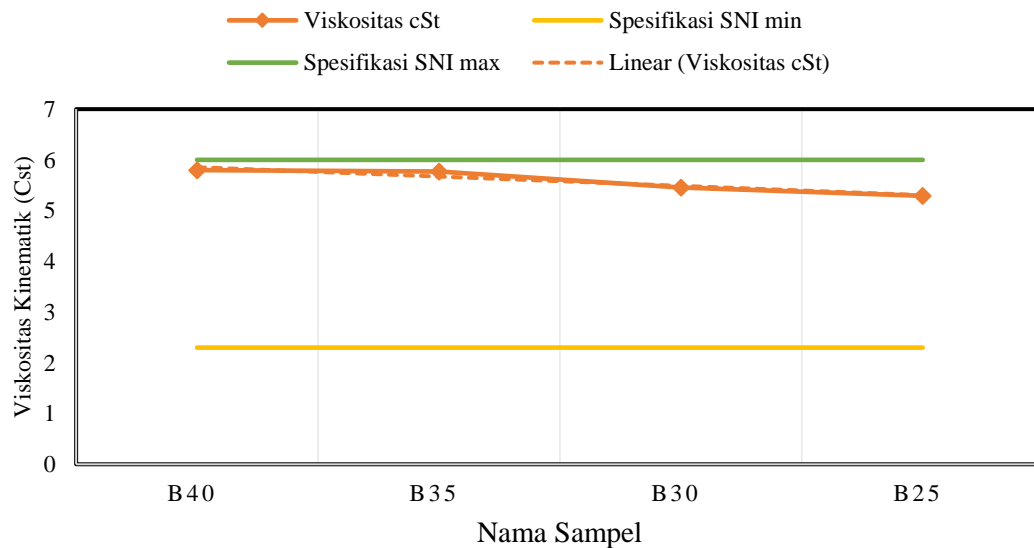
Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa biodiesel yang telah dicampur dengan minyak solar memiliki sifat fisik yang mendekati sifat fisik minyak solar terutama nilai viskositas, karena nilai viskositas yang tinggi atau rendah sangat berpengaruh terhadap pembakaran pada ruang bakar. Standar nilai viskositas bahan bakar mesin diesel yaitu antara 2,3 sampai 6 cSt (Pertamina, 2016).

4.1.1 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Biodiesel Jarak-Sawit Dengan Solar

Hasil pengujian viskositas biodiesel jarak-sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik Biodiesel Jarak-Sawit dengan Solar.

Viskositas Kinematik (cSt)			
No	Nama Sampel	Viskositas Kinematik (cSt)	Spesifikasi SNI
1	Biodiesel jarak	70,326	Min 2,3 Maks 6
2	Biodiesel sawit	5,985	
3	BJBS 37	10,006	
4	B40	5,798	
5	B35	5,77	
6	B30	5,457	
7	B25	5,291	
8	Solar	2,902	



Gambar 4.1 Pengujian Viskositas Kinematik

Dilihat dari Gambar 4.1 bahwa biodiesel campuran minyak jarak-sawit memiliki nilai viskositas yang tinggi dibandingkan dengan minyak solar. Semakin tinggi nilai viskositas maka minyak tersebut memiliki tingkat kekentalan yang tinggi. Dari data bahan bakar diatas dapat dilihat bahwa B25, B30, B35, dan B40

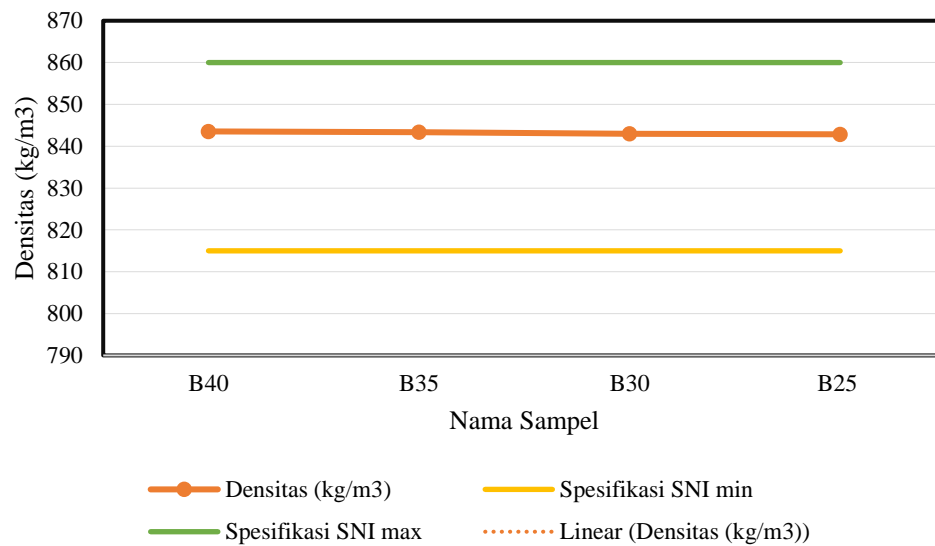
memiliki nilai viskositas yang sama dengan minyak solar dan memenuhi standar viskositas Pertamina. Untuk biodiesel campuran minyak jarak-sawit tidak memenuhi standar viskositas Pertamina, karena memiliki nilai viskositas di atas standar viskositas Pertamina. Viskositas yang terlalu tinggi mengakibatkan kerusakan pada sistem bahan bakar, dikarenakan minyak yang kental memiliki hambatan aliran yang besar. Bahan bakar yang diinjeksi di ruang bakar tidak teratomisasi dengan baik, dan memiliki butiran yang kasar atau besar. Bahan bakar yang tidak teratomisasi dengan baik akan mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna dan menyebabkan daya yang dihasilkan tidak maksimal.

4.1.2 Hasil Pengujian Densitas Biodiesel Jarak-Sawit Dengan Solar

Hasil pengujian densitas biodiesel jarak-sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.4 serta pada Gambar 4.2 berikut.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Densitas Biodiesel Jarak-Sawit dengan Solar.

Densitas (kg/m ³)			
No	Nama Sampel	Densitas (kg/m ³)	Spesifikasi Solar/Biosolar Pertamina
1	Biodiesel jarak	926,152	Min 815 Maks 860
2	Biodiesel sawit	846,559	
3	BJBS 37	859,452	
4	B40	843,54	
5	B35	843,345	
6	B30	842,953	
7	B25	842,850	
8	Solar	826,756	



Gambar 4.2 Pengujian Densitas

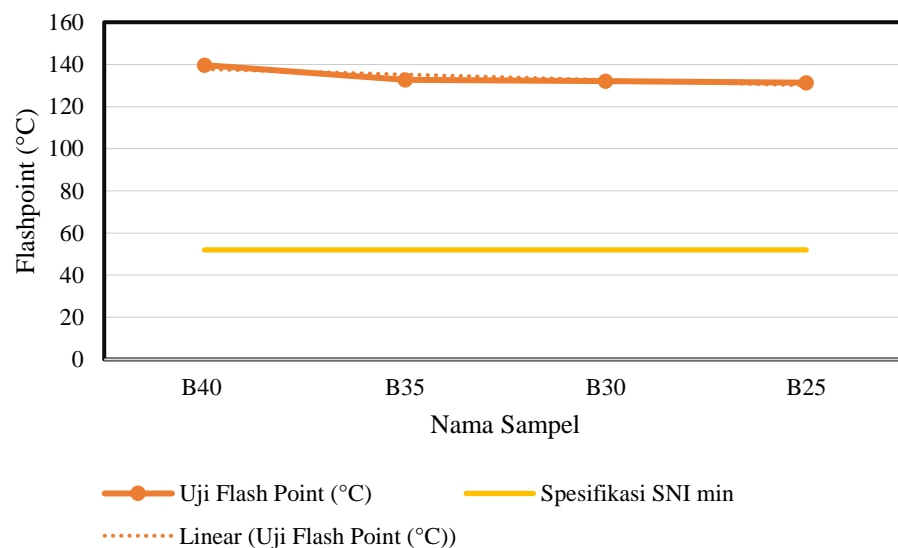
Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa biodiesel campuran minyak jarak-sawit memiliki nilai densitas yang lebih tinggi dibandingkan minyak solar. Dari bahan bakar campuran solar dengan variasi B25, B30, B35, dan B40 semuanya memiliki nilai densitas yang memenuhi standar Pertamina. Nilai densitas yang tinggi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

4.1.3 Hasil Pengujian Flashpoint Biodiesel Jarak-Sawit Dengan Solar

Hasil pengujian flashpoint biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan pada Gambar 4.3 berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Flashpoint Biodiesel Jarak-Sawit dengan Solar.

Flashpoint (°C)			
No	Nama Sampel	Flashpoint (°C)	Spesifikasi Solar/Biosolar Pertamina
1	Biodiesel jarak	211,333	Min 52
2	Biodiesel sawit	185	
3	BJBS 3:7	180,666	
4	B40	139,66	
5	B35	132,66	
6	B30	132	
7	B25	131,33	
8	Solar	60,766	



Gambar 4.3 Pengujian Flashpoint

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa biodiesel campuran minyak jarak-sawit, B25, B30, B35, dan B40 memiliki nilai flashpoint yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Efek positif atau kelebihan dari biodiesel dimana bahan bakar tersebut tidak mudah menguap sehingga tidak mudah terjadi kandungan air di dalam tangki, seperti yang dikemukakan oleh Widyastuti (2007),

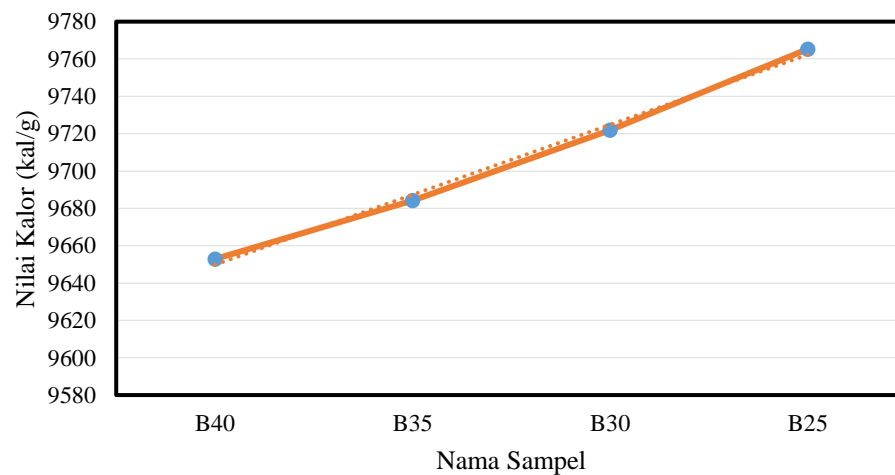
bahwa semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya.

4.1.4 Hasil Pengujian Nilai Kalor Biodiesel Jarak-Sawit Dengan Solar

Hasil pengujian nilai kalor biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan solar dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan pada Gambar 4.4. berikut.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nilai Kalor Campuran Biodiesel Jarak-Sawit dengan Solar.

Nilai Kalor (cal/g)		
No	Nama Sampel	Nilai Kalor (cal/g)
1	Biodiesel jarak	8807,344
2	Biodiesel sawit	9497,812
3	BJBS 3:7	9201,3928
4	B40	9652,86745
5	B35	9684,16015
6	B30	9721,79085
7	B25	9765,29535
8	Solar	10592,1565



Gambar 4.4 Pengujian Nilai Kalor

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai kalor yang dihasilkan dalam penelitian ini cenderung meningkat seiring dengan peningkatan komposisi solar pada setiap variasinya. Bahan bakar minyak solar 100% memiliki nilai kalor tertinggi yaitu 10592,15 cal/g. Dari bahan bakar biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan variasi B25 memiliki nilai kalor yang paling tinggi yaitu 9765,29535 cal/g daripada variasi biodiesel lainnya. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar semakin besar energi yang terkandung pada bahan bakar tersebut dan menghasilkan daya yang lebih besar daripada bahan bakar yang bernilai kalor kecil.

4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Injeksi

Pengujian pada tahap ini menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel jarak dan sawit. Alat uji semprotan bahan bakar dengan nosel mesin diesel. Pengambilan data menggunakan kamera dengan menangkap objek sehingga menjadi format gambar.

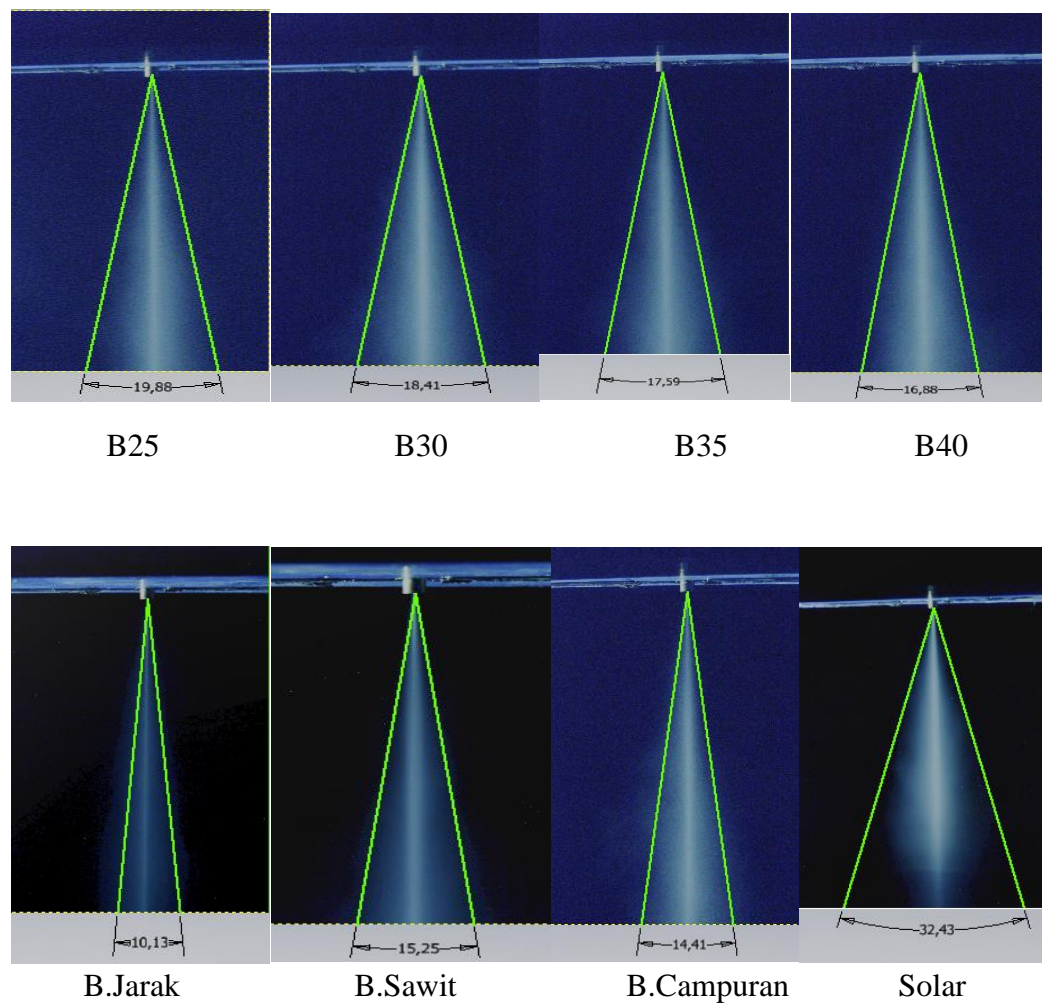
Karakteristik semprotan bahan bakar dipengaruhi oleh sifat fisik bahan bakar yaitu viskositas. Sifat fisik viskositas mempengaruhi lebar sudut penyemprotan, dimana semakin besar nilai viskositas suatu bahan bakar maka semakin kecil pula sudut yang dihasilkan.

4.2.1 Hasil Uji Injeksi Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Campuran Minyak Jarak-Sawit dengan Variasi B25, B30, B35, dan B40.

Pengujian pada tahap ini menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel jarak dan sawit. Alat uji semprotan bahan bakar dengan nosel mesin diesel. Pengambilan data menggunakan kamera dengan menangkap objek sehingga menjadi format gambar yang kemudian diolah menggunakan aplikasi Inventor. Hasil pengujian semprotan injeksi dapat dijabarkan sebagai berikut.

4.2.1.1 Sudut Semprotan Injektor Solar dan Biodiesel Campuran Minyak jarak-Sawit dengan Variasi B25, B30, B35, dan B40.

Pengolahan data mengenai data sudut semprotan dilakukan menggunakan aplikasi Inventor. Berikut hasil pengolahan data sudut semprotan injektor yang disajikan pada Gambar 4.5 dan pada Tabel 4.7.



Gambar 4.5 Sudut Semprotan Injektor

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sudut Semprotan Injektor.

No	Nama Sampel	Viskositas (cSt)	Semprotan Sudut (°)
1	Jarak	70,326	10,13
2	Sawit	5,985	15,25
3	B Campuran	10,006	14,41
4	B40	5,798	16,88
5	B35	5,77	17,59
6	B30	5,457	18,41
7	B25	5,291	19,88
8	Solar	2,902	32,43

Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukkan secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bahan bakar dengan nilai viskositas yang paling tinggi akan memiliki semprotan terkecil dan sebaliknya bahan bakar yang memiliki viskositas yang rendah akan memiliki semprotan yang lebih lebar. Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi nilai viskositas maka bahan bakar akan semakin sulit untuk dikaburkan sehingga saat bahan bakar disemprotkan atau saat proses penginjeksian bahan bakar tidak akan membentuk kabutan akan tetapi membentuk 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.

4.3 Hasil Pengujian Kinerja Mesin Diesel

Pengujian kinerja mesin diesel dilakuakn untuk mengetahui perbandingan perfoma yang dihasilkan mesin dengan menggunakan bahan bakar campuran solar dengan variasi biodiesel jarak dan sawit. Kemudian dijadikan campuran B25, B30, B35, dan B40 yang dibandingkan dengan solar 100%.

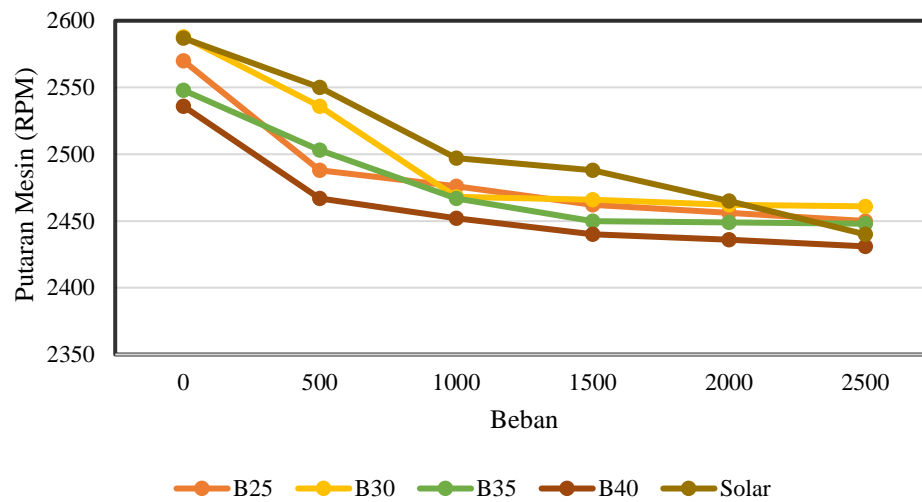
4.3.1 Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Diesel

Pengujian ini menggunakan mesin diesel silinder tunggal. Untuk mengetahui kinerja dari mesin diesel dilakukan dengan pembebanan menggunakan generator beserta beban sebanyak 5 lampu yang masing-masing daya sebesar 500 watt. Selanjutnya lampu dinyalakan satu persatu hingga kelima lampu menyala. Putaran mesin yang digunakan adalah putaran mesin tinggi, dikarenakan untuk mengetahui kinerja mesin maksimal.

Pada tabel 4.8 merupakan tabel data pengujian mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran solar dengan biodiesel campuran minyak jarak-sawit dengan variasi B25, B30, B35, dan B40 pada putaran mesin maksimal. Serta grafik perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tabel 4.8 Perbandingan Pembebanan Lampu terhadap Putaran Mesin dengan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel Campuran B25, B30, B35, dan B40.

Putaran Mesin (RPM)					
Beban	B25	B30	B35	B40	Solar
0	2570	2588	2548	2536	2587
500	2488	2536	2503	2467	2550
1000	2476	2468	2467	2452	2497
1500	2462	2466	2450	2440	2488
2000	2456	2462	2449	2436	2465
2500	2450	2461	2448	2431	2440



Gambar 4.6 Perbandingan Putaran Mesin dengan Bahan Bakar Solar dan Biodiesel B25, B30, B35, dan B40 terhadap Beban Lampu pada Bukaannya Throttle 100%.

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa terjadi penurunan putaran mesin yang mendekati nilai konstan pada semua jenis bahan bakar yang telah sesuai dengan beban yang diberikan, dimana jika mesin diesel diberikan beban yang besar maka akan terjadi penurunan putaran mesin yang besar dan begitu pula sebaliknya. Pada pembebanan 0 sampai 2000 watt, putaran mesin diesel dengan bahan bakar solar memiliki putaran mesin paling tinggi dibandingkan dengan bahan bakar biodiesels variasi B25, B30, B35, maupun B40. Tetapi pada pembebanan maksimum (2500 watt), biodiesels variasi B30 menjadi putaran mesin diesel yang tertinggi yaitu sebesar 2461 rpm. Sedangkan bahan bakar memiliki putaran mesin terendah dari semua jenis variasi bahan bakar yaitu pada variasi bahan bakar biodiesels B40 pada pembebanan maksimum yaitu 2431 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. Putaran mesin yang semakin tinggi, maka efisiensi volumetrik semakin meningkat pula sehingga mengakibatkan bahan bakar yang dikompresikan lebih banyak (Widianto, 2014).

4.3.2 Hasil Pengujian Daya Listrik pada Mesin Diesel

Pengujian ini dilakukan dengan mesin diesel jiangdong silinder tunggal dan daya listrik yang dihasilkan dari gerak putar mesin diesel, selanjutnya putaran tersebut diteruskan ke alternator/dynamo melalui v-belt, sehingga alternator dapat menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan kemudian diteruskan untuk menyalakan lampu (beban). Pengambilan data pada pengujian ini berupa pencatatan arus dan tegangan pada alternator.

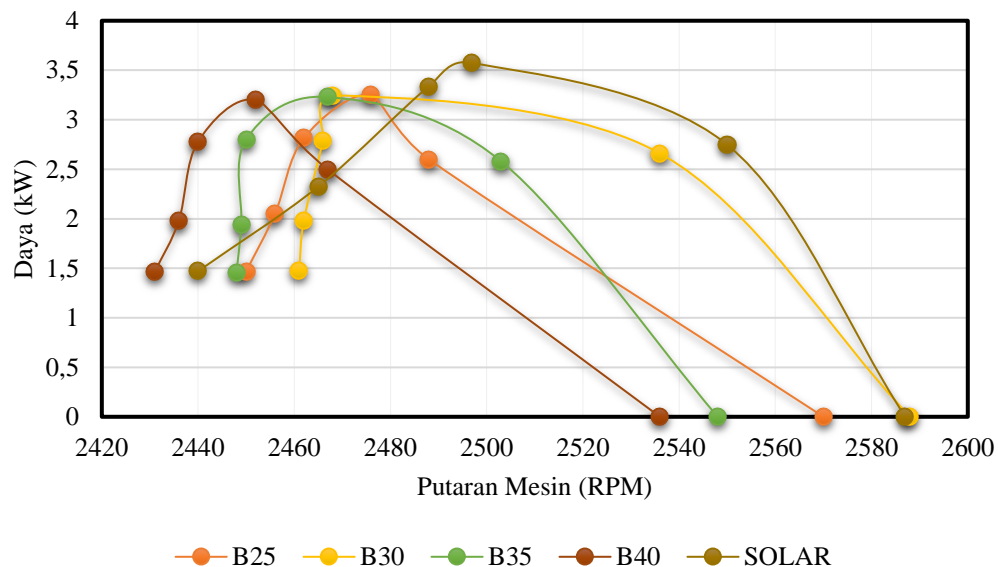
4.3.2.1 Hasil Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Daya Listrik

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 4.9 dan Gambar 4.7.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Daya Listrik

Beban	Putaran Mesin (RPM)				
	B25	B30	B35	B40	Solar 100%
0	2570	2588	2548	2536	2587
500	2488	2536	2503	2467	2550
1000	2476	2468	2467	2452	2497
1500	2462	2466	2450	2440	2488
2000	2456	2462	2449	2436	2465
2500	2450	2461	2448	2431	2440
Beban	Daya (KW)				
	B25	B30	B35	B40	Solar 100%
0	0	0	0	0	0
500	2,60004	2,66049	2,57958	2,4978	2,747
1000	3,2494	3,24729	3,2283	3,19979	3,574
1500	2,81461	2,79128	2,8012	2,77796	3,338
2000	2,0511	1,98275	1,9431	1,97863	2,325
2500	1,468205	1,47016	1,453954	1,46325	1,47



Gambar 4.7 Putaran Mesin terhadap Daya Listrik

Dapat diketahui dari Gambar 4.7 bahwa secara keseluruhan bahan bakar solar murni memiliki daya yang paling tinggi dibandingkan bahan bakar lainnya. Daya yang tertinggi yang dihasilkan solar yaitu sebesar 3,574 kW dengan putaran 2497 rpm pada pembebanan 1000 watt. Akan tetapi pada pembebanan maksimum atau pada beban 2500 watt, bahan bakar variasi B30 mampu menghasilkan daya tertinggi yaitu sebesar 1,47016 kW pada putaran 2461 rpm. Sedangkan daya terendah dihasilkan bahan bakar B35 yaitu sebesar 1,4539 kW dengan putaran mesin 2448 rpm. Pada putaran tinggi torsi mengalami penurunan dan torak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk menghisap campuran udara dan bahan bakar, sehingga volume bahan bakar yang dihisap semakin berkurang dan tekanan kompresi menurun sehingga pembakaran menjadi tidak sempurna akibatnya daya efektif yang dihasilkan juga menurun (Widiyanto, 2014).

Perbedaan yang dihasilkan bahan bakar oleh masing-masing 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. Selain itu penurunan daya ini juga disebabkan oleh setting waktu injeksi bahan bakar yang kurang optimum.

4.3.3 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Mesin Diesel

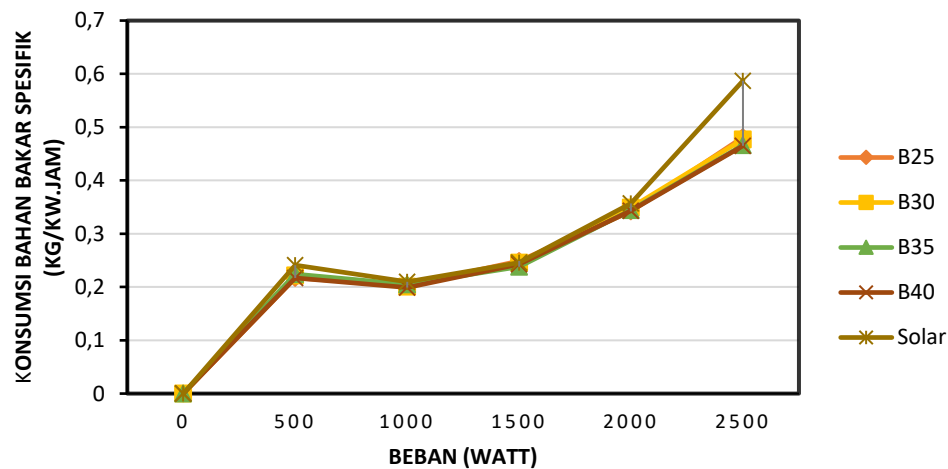
Pengambilan data konsumsi bahan bakar spesifik ini menggunakan mesin diesel sislinder tunggal dengan kondisi mesin yang standar. Bahan bakar yang digunakan pada pengujian ini yaitu minyak solar murni dan campuran biodiesel solar yang divariasikan menjadi B25, B30, B35, dan B40. Langkah pertama dengan cara menghitung waktu konsumsi bahan bakar tiap 10 ml dengan menggunakan tangki bahan bakar mini dan buret.

4.3.3.1 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 4.10 dan Gambar 4.8.

Tabel 4.10 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	0,217	0,222	0,224	0,217	0,241
1000	0,203	0,201	0,205	0,199	0,21
1500	0,249	0,246	0,238	0,243	0,246
2000	0,342	0,349	0,344	0,343	0,357
2500	0,481	0,477	0,466	0,465	0,587



Gambar 4.8 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 4.8 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) saat menggunakan bahan bakar solar memiliki angka yang paling tinggi pada pembebanan dari semua jenis bahan bakar atau merupakan yang paling boros dalam pengonsumsiannya. Karena semakin tinggi angka SFC berarti semakin banyak juga bahan bakar yang dikonsumsi dan sebaliknya.

Nilai sifat fisik dari suatu bahan bakar sangat berpengaruh terhadap angka SFC yang dihasilkan. Angka sifat fisik yang berpengaruh terhadap SFC antara lain adalah viskositas, densitas, dan nilai kalor. Bahan bakar yang memiliki nilai viskositas dan densitas yang tinggi akan mengakibatkan bahan bakar sulit dialirkan maupun diinjeksikan sehingga suplai bahan bakar ke ruang bakar menjadi sedikit. Serta semakin rendahnya nilai kalor suatu bahan bakar maka energi yang terkandung di dalam bahan bakar tersebut juga semakin kecil, sehingga pada saat terjadi pembakaran pada ruang bakar maka energi yang dihasilkan dari bahan bakar tersebut juga semakin kecil dan mengakibatkan penurunan daya yang dihasilkan oleh mesin. Suplai bahan bakar yang sedikit ke dalam ruang bakar berarti sedikit juga bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin pada saat pembakaran di ruang bakar sehingga SFC menjadi kecil. Jadi semakin kecil angka SFC maka daya yang dihasilkan juga akan semakin mengalami penurunan.

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan bahwa, pada beban maksimum bahan bakar solar merupakan yang terboros dari semua jenis variasi bahan bakar dengan angka SFC sebesar 0,587 kg/kW.jam dan biodiesel campuran dengan variasi B40 merupakan bahan bakar yang paling hemat pemakaian bahan bakarnya yaitu dengan angka SFC sebesar 0,465 kh/kW.jam pada 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. Dapat dilihat pada Tabel 4.10 bahwa pembebanan semakin tinggi, angka SFC semakin tinggi pula pada semua variasi biodiesel campuran jarak-sawit dan solar.