

Uji Performansi Mesin Yanmar TS 50 Menggunakan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Kepayang (Pangium Edule)

Turmizi¹, Khairil², Sulaiman Thalib³

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. Banda Aceh - Medan, Buketrata, Lhokseumawe, 24301
E-mail: turmizi_pnl@yahoo.com

^{2,3)} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

Abstract

Fruit Football is a type of plant that is widely available in Aceh and is not utilized by the community. This research will be studied in experiments of fruit fooball as biofuel in diesel engines. Diesel engines are used in this test is a single cylinder four stroke engine water-cooled Yanmar brand, type TS 50 with specs: Maximum Power 5 HP, maximum rotation 2400 rpm, maximum torque 2.29 kg.m at 1600 rpm and compression ratio 17.9: 1. Performance testing is done with a diesel engine intended to determine the amount of power generated, the level of fuel consumption, specific fuel consumption and thermal efficiency. Testing is done with two variations of biodiesel fuel that B-10 and B-20 as well as diesel fuel for comparison. The results obtained from this study is that the power generated from diesel fuel is greater than the other two fuels, while more efficient fuel consumption B-20 followed by B-10 and diesel fuel. Specific fuel consumption results are varied while the higher thermal efficiencies generated by the B-20 of the B-10 and diesel fuel at high speed.

Keywords: Fruit Football, biodiesel, diesel engine, engine performance.

1. Pendahuluan

Cadangan energi yang bersumber dari minyak bumi dan gas alam semakin terbatas. Menurut Lux Research, saat ini (Oktober 2012) cadangan minyak dunia yang bisa dipulihkan dengan cara konvensional maupun nonkonvensional mencapai 1,65 triliun barel (sekitar 198 triliun liter) atau senilai pasokan selama 54 tahun [1]. Untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar diesel dari sumber fosil, sudah dilakukan banyak usaha oleh peneliti sebelumnya untuk mendapatkan kandidat pengganti bahan bakar diesel fosil dari sumber nabati misalnya: Jarak pagar, kelapa sawit, kelapa, nyamplung, kapuk randu, kedelai, jagung dan juga yang lainnya. Kepayang merupakan salah satu tumbuhan yang punya potensi besar untuk menghasilkan biodiesel dan banyak ditemukan tumbuh liar dihutan-hutan Aceh yang oleh masyarakat setempat tidak dimanfaatkan.

Samsudi Raharjo telah meneliti tentang “Analisa performa mesin diesel dari minyak jarak pagar”, dimana hasilnya dilaporkan bahwa konsumsi bahan bakar solar murni oleh mesin sedikit lebih hemat bila dibandingkan dengan bahan bakar B-10 dan B-20, namun selisihnya relatif kecil bila dibandingkan dengan peluang besar biodiesel yang dapat menyediakan bahan bakar yang dapat diperbaharui. Hasil lain yang dilaporkan bahwa putaran mesin yang dihasilkan dari daya mesin yang diperoleh ternyata bahan bakar B-20 menghasilkan putaran mesin paling tinggi dibandingkan dengan solar murni. Konsumsi

bahan bakar spesifik terendah pada bahan bakar solar dan paling tinggi pada B-20, dan dia berkesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar biodiesel tidak signifikan dalam mempengaruhi performa mesin diesel yang digunakan meskipun tanpa modifikasi engine [2].

Adat Siagian telah meneliti tentang “Studi pengaruh sifat fisika komposisi campuran biodiesel sawit dengan solar terhadap untuk kerja mesin”. Hasilnya disampaikan bahwa kinerja motor yang memakai minyak nabati (biodiesel sawit) sebagai bahan bakar cukup mendekati kinerja motor diesel [3].

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya masih memungkinkan untuk mencari kandidat baru bahan bakar nabati untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar diesel. Oleh karena itu penulis akan mencoba mengkaji karakteristik minyak kepayang agar bisa memenuhi standar biodiesel, dan selanjutnya akan menguji performansi pada mesin.

2. Metode Penelitian

Pengujian karakteristik Biodiesel meliputi beberapa parameter yaitu: Viskositas kinematis (*kinematic viscosity*) pada 40°C, densitas (*density*) pada 40°C, titik nyala (*flash point*) pada 0°C, nilai kalor (*calorific value*), kadar air (*moisture content*), korosi bilah tembaga (*copper blade corrosion*), dan bilangan asam (*sour number*) sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat biodiesel kepayang (B-100).

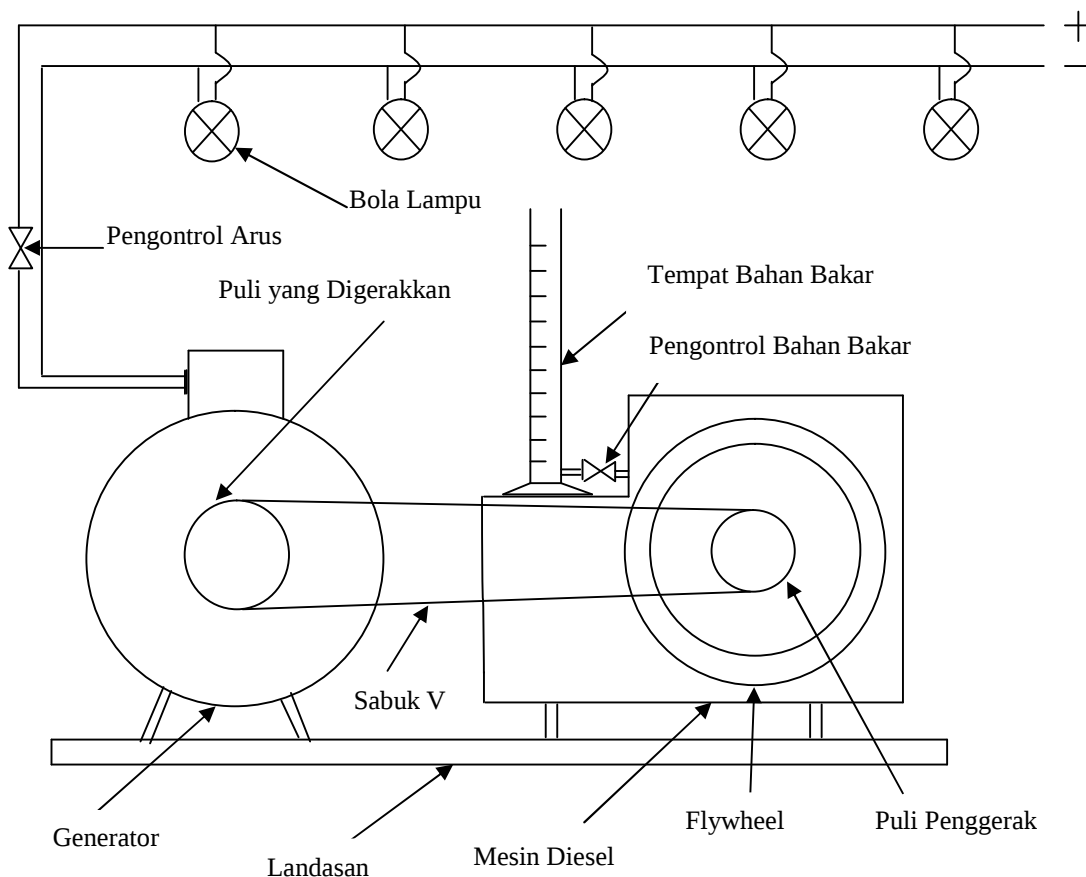
Parameter Uji	Hasil Uji
Densitas (kg/m^3)	889
Viskositas (mm^2/s)	7,798
Titik Nyala (0°C)	166
Nilai Kalor (J/gr)	39394
Korosi Bilah Tembaga	0,4740
Angka Asam (mg-KOH/gr)	10,3
Kadar air (%)	0,14

Pengujian performansi mesin dilakukan dengan mesin Yanmar TS 50. Mesin ini menggerakkan Generator Listrik yang berdaya maksimum 2 kW menggunakan sabuk V. Beban generator listrik digunakan lampu pijar sebanyak 20 buah dengan daya masing-masing lampu 100 W. Jumlah beban generator seluruhnya 2000 W (2 kW) dan merupakan beban maksimum. Proses pengambilan data dilakukan dengan masing-masing bahan bakar yaitu solar, B10, dan B20.

Pada penelitian ini data yang diambil pertama adalah untuk jenis bahan bakar solar. Proses

persiapan pengambilan data dilakukan pertama sekali dengan mengisi bahan bakar kedalam gelas ukur karena tangki bahan bakar mesin sudah diganti dengan gelas ukur untuk memudahkan pembacaan jumlah bahan bakar yang dihabiskan mesin. Proses kedua adalah menyalakan mesin yang dilanjutkan dengan menyetel putaran mesin dengan tachometer. Variasi putaran untuk pengujian performansi dapat dilihat pada tabel 2. Putaran mesin disetting pada 1000 rpm, kemudian bahan bakar ditambahkan kedalam gelas ukur pada level sedikit diatas 100 mL.

Ketika mesin berputar pada 1000 rpm yang telah disetting sebelumnya, level bahan bakar yang ada dalam gelas ukur semakin menurun, ketika level bahan bakar berada pada garis 100 mL, stopwatch dihidupkan untuk mengetahui berapa lama waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 50 mL. Selama proses menghabiskan bahan bakar 50 mL tersebut, kuat arus yang dihasilkan generator diukur dengan Digital Clamp Meter, dan tegangannya diukur dengan Twin Clamp Meter. Ketika level bahan bakar mencapai garis 50 mL, stopwatch dimatikan dan dibaca berapa waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 50 mL.



Gambar 1. Skematik gambar mesin diesel untuk pengujian performansi.

Tabel 2. Parameter pengujian performansi.

Putaran (rpm)	Solar	B-10	B-20
1000	✓	✓	✓
1200	✓	✓	✓
1400	✓	✓	✓
1600	✓	✓	✓
1800	✓	✓	✓
2000	✓	✓	✓

3. Kajian Pustaka

Biodiesel adalah bioenergi yang dibuat dari lemak hewan, minyak nabati, baik minyak baru maupun minyak bekas penggorengan (minyak jelantah) dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM untuk motor diesel. Biodiesel dapat diaplikasikan baik dalam bentuk 100% (B-100) atau campuran dengan minyak solar pada tingkat konsentrasi tertentu (B-XX), seperti 10% biodiesel dicampur dengan 90% solar yang dikenal dengan nama B-10 [4].

3.1. Perhitungan Daya Mesin

Daya yang dibangkitkan oleh sebuah mesin yang disambungkan ke generator a-c fasa tunggal menurut Maleev, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [5]:

$$N_b = \frac{E \times I \times pf}{746 e_g} \quad (1)$$

Dimana:

N_b = Daya Mesin (HP)

E = Pembacaan Voltmeter (V)

I = Pembacaan Ampermeter (A)

Pf = Faktor daya untuk fasa tunggal = 1

e_g = Efisiensi generator listik untuk mesin kecil dibawah 50 kva = 0,87% - 0,89 %.

Untuk generator yang menggunakan sabuk V, daya yang dihasilkan dibagi dengan $e_b = 0,96$.

3.2. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik (*brake specific fuel consumption-bsfc*) didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin untuk menghasilkan tenaga satu kW selama satu jam. Bsfc ini merupakan ukuran pemakaian bahan bakar oleh suatu mesin, yang biasanya diukur dalam satuan massa bahan bakar per satuan keluaran daya. Menurut Mathur, bsfc dihitung dengan persamaan [6]:

$$bsfc = \frac{m_f}{N_b} \quad (2)$$

Dimana:

bsfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

m_f = Jumlah konsumsi bahan bakar (kg/jam)

N_b = Daya Mesin (HP)

3.3. Perhitungan Efisiensi Termal

Efisiensi termal didefinisikan sebagai efisiensi pemanfaatan panas dari bahan bakar untuk diubah menjadi kerja mekanis. Efisiensi termal (η_{th}), menurut Mathur, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$\eta_{th} = \frac{N_b \times 632,5}{m_f \times CV} \quad (3)$$

dimana:

η_{th} = Efisiensi Termal (%)

N_b = Daya mesin (HP)

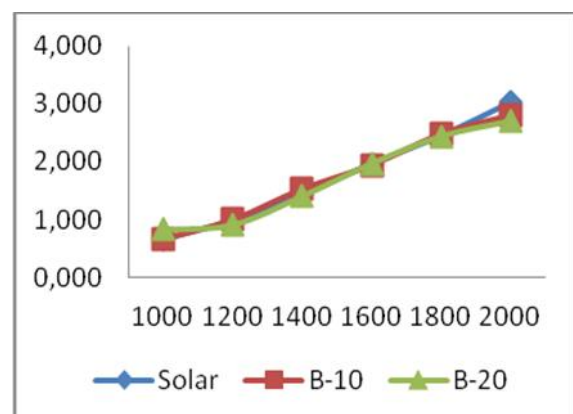
m_f = Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)

CV = Nilai Kalor Bahan Bakar (kcal/kg)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Putaran Terhadap Daya

Pengaruh putaran terhadap daya ditentukan dengan memvariasikan putaran dari 1000 rpm sampai 2000 rpm dengan kenaikan setiap 200 rpm. Pada pengujian ini biodiesel yang diuji adalah B-10 dan B-20 serta solar sebagai pembandingan. Pengaruh variasi putaran terhadap daya dapat dilihat pada gambar 2.



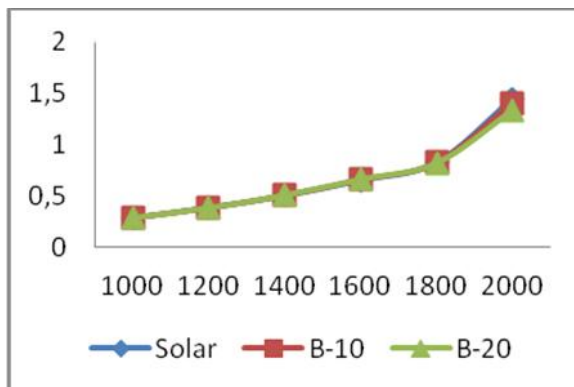
Gambar 2. Hubungan antara putaran (rpm) dan daya (HP).

Dari gambar 2 terlihat kecenderungan daya yang dihasilkan antara oleh ketiga bahan bakar relatif sama pada putaran rendah dan menengah (1000 rpm – 1800 rpm). Pada putaran tinggi (2000 rpm) nampak daya yang dihasilkan oleh bahan bakar solar lebih

tinggi dari dua bahan bakar lainnya yaitu B-10 dan B-20. Ini dikarenakan bahan bakar solar memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dari dua bahan bakar lainnya, sehingga pada putaran tinggi daya yang dihasilkanpun lebih besar.

4.2. Pengaruh Putaran Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Pengaruh putaran terhadap konsumsi bahan bakar juga ditentukan dengan memvariasikan putaran tiap-tiap 200 rpm, mulai dari 1000 rpm sampai dengan 2000 rpm. Bahan bakar yang digunakan berupa solar sebagai pembandingan terhadap dua bahan bakar lainnya yaitu B-10 dan B-20. Untuk lebih jelasnya pengaruh putaran terhadap daya bisa dilihat di gambar 3.

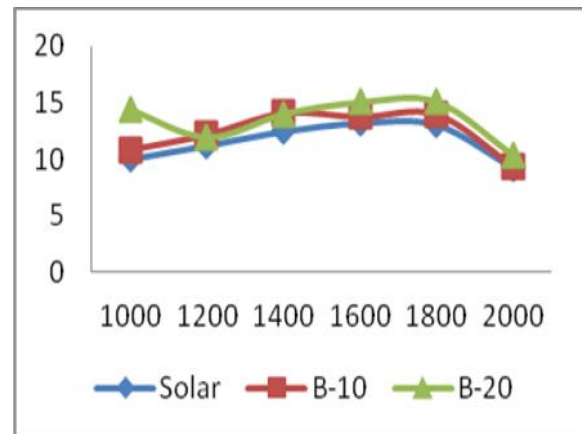


Gambar 3. Hubungan antara putaran (rpm) dan konsumsi bahan bakar (kg/jam).

Dari gambar 3 terlihat bahwa pada putaran rendah dan menengah (1000 rpm – 1800 rpm) tingkat konsumsi ketiga bahan bakar cenderung stabil. Akan tetapi pada putaran tinggi (2000 rpm) konsumsi bahan bakar untuk bahan bakar solar relatif lebih tinggi dari bahan bakar B-10 dan B-20. Ini dikarenakan viskositas kinematis bahan bakar solar lebih rendah dari dua bahan bakar lainnya. Rendahnya viskositas kinematis suatu bahan bakar akan terjadinya atomisasi bahan bakar yang lebih bagus sehingga konsumsinya juga akan lebih banyak dan pembakarannya lebih sempurna. Hasil ini didukung oleh penelitian Murni, yang menyatakan bahwa apabila bahan bakar dipanaskan maka viskositasnya akan semakin menurun dan konsumsinya akan bertambah banyak [7].

4.3. Pengaruh Putaran Terhadap Efisiensi Termal

Dengan memvariasikan putaran tiap-tiap 200 rpm dimulai dari putaran 1000 rpm sampai dengan 2000 rpm maka akan terlihat perbedaan efisiensi termal untuk tiga bahan bakar yang diuji yaitu solar, B-10, dan B-20. Gambar 4 menunjukkan hubungan antara putaran dan efisiensi termal yang dihasilkan.



Gambar 4. Hubungan antara putaran (rpm) dan efisiensi termal (%)

Dari gambar 4 terlihat bahwa Efisiensi termal untuk bahan bakar B-20 pada putaran diatas 1400 rpm terlihat lebih tinggi dari dua bahan bakar lainnya, ini disebabkan oleh stabilnya daya yang dihasilkan serta konsumsi bahan bakarnya serta rendahnya nilai kalor dari B-20 dibandingkan dengan solar dan B-10. Nilai kalor berbanding terbalik dengan efisiensi termalnya, sehingga apabila nilai kalor rendah maka efisiensi termalnya akan naik. Sedangkan pada putaran 1200 rpm dan 1400 rpm tingkat kecenderungan kenaikan daya untuk B-20 lebih rendah dari B-10 sehingga menyebabkan efisiensi termal bahan bakar B-20 pada putaran 1200 rpm dan 1400 rpm lebih rendah dari B-10.

5. Kesimpulan

1. Semakin tinggi putaran, semakin besar daya yang dihasilkan. Besarnya daya yang dihasilkan oleh suatu bahan bakar dipengaruhi nilai kalor yang ada dalam bahan bakar tersebut.
2. Semakin tinggi putaran, semakin banyak bahan bakar yang dikonsumsi. Besarnya konsumsi terhadap suatu bahan bakar dipengaruhi oleh viskositas kinematis bahan bakar tersebut.
3. Besarnya efisiensi termal yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya daya yang dihasilkan. Bila daya yang dihasilkan stabil sedangkan konsumsi bahan bakar lebih ekonomis maka efisiensi yang dihasilkan akan tinggi. Begitu juga sebaliknya, bila daya lebih kecil dan konsumsi bahan bakar stabil maka efisiensi termal juga akan kecil.

6. Saran

Untuk pengujian performansi mesin hendaknya beban generator bisa divariasikan agar hasil diuji bisa lebih banyak.

Daftar Pustaka

- [1] Lux Research Introduces New Exploration and Production Service, available at: <http://www.sme.org/NewsletterArticle.aspx?id=68372>, diakses 05 Desember 2012.
- [2] Raharjo, S. 2007, Analisa Performa Mesin Diesel dengan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar, *Seminar Nasional Teknologi 2007*, Jogjakarta.
- [3] Siagian, A., 2007, Studi Pengaruh Sifat Fisika Komposisi Campuran Biodiesel Sawit dengan Solar Terhadap Unjuk Kerja Mesin, *Tesis*, FMIPA, USU, Medan
- [4] Hambali E., et al., 2008, *Teknologi Bioenergi*, Cetakan Kedua, Agro Media, Jakarta.
- [5] Maleev, M.E.,V.L., 1995, *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Terjemahan Bambang Priambodo, Erlangga, Jakarta.
- [6] Mathur, M. L., Sharma R. P., 1980, *A Course In Internal Combustion Engine*, Dhanpat Rai & Sons,1682, Nai Sarak, Delhi.
- [7] Murni, 2010, Kaji Eksperimental Pengaruh Temperatur Biodiesel Minyak Sawit Terhadap Performansi Mesin Diesel Direct Injection Putaran Konstan, *Tesis*, UNDIP, Semarang.